



ПЕРВИЧНЫМ ОРГАНИЗАЦИЯМ ДОСААФ

ИНФОРМАЦИОННОЕ ТАБЛО

А. Рожевецкий, Л. Кисельников

Используя тринисторы, можно легко собрать простые и надежные средства представления различной информации. Такие устройства привлекают простотой исполнения, долговечностью, широкими диапазонами питающих напряжений и мощностью используемых нагрузок.

Описываемые ниже устройства можно использовать в различного рода автоматических справочниках, обучающих автоматах как многопозиционные переключатели большой мощности, а также везде, где требуется представление определенного рода информации на часто повторяющиеся вопросы.

Общая функциональная схема информационного табло приведена на рис. 1. Информационные каскады ИК представляют собой собственно тринисторные ячейки, коммутирующие световую нагрузку (лампы подсвета

текста ответа). Времязадающий каскад ВК является управляющим и предназначен для ограничения времени использования отдельной ячейки и блокировки от одновременной работы двух и более ИК.

Принцип работы устройства следующий. При нажатии любой кнопки вопроса подсвечивается соответствующая ей ячейка ответа на информационном табло. Одновременно запускается выдержка ВК, и по истечении определенного времени (регулируется при наладке), достаточного для прочтения информации, подсвет ответа исчезает, а устройство возвращается в исходное состояние. На время выдержки ВК все кнопки блокируются, исключая возможность извлечения другой информации.



Рис. 1. Функциональная схема устройства

В принципиальной схеме первого варианта устройства, приведенной на рис. 2, каждый ИК выполнен с включением нагрузки в катод тринистора, кроме того, в каскад входят кнопка управления и коммутирующий конденсатор. Например, *V1, S1, C1* соответственно.

ВК содержит элемент выдержки времени, выполненный на динисторе *V17* и цепочке *C17R17R18*, а также коммутирующий элемент, собранный на тринисторе *V19*. Для повышения стабильности работы устройства управляющие электроды всех тринисторов зашунтированы постоянными низкоомными резисторами.

Устройство работает следующим образом. В состоянии готовности к работе тринистор *V19* находится во включенном состоянии, конденсаторы *C1—C16* заряжены до напряжения питания, а конденсатор *C17* разряжен — светится контрольная лампа *H17*, свидетельствующая о готовности устройства к работе. При замыкании любой из кнопок *S1—S16* открывается соответствующий ей тринистор, а к тринистору *V19* прикладывается обратное напряжение коммутирующего конденсатора включенного каскада. Тринистор *V19* закрывается, а на информационном табло подсвечивается текст ответа. Начиная с этого момента пойдет заряд конденсатора *C17* и разряд конденсаторов *C1—C16*, причем конденсатор включенного тринистора перезаряжается

до напряжения питания, а конденсаторы остальных тринисторов разряжаются до нуля.

Длительность выдержки времени зависит от сопротивления резисторов *R17, R18*, емкости конденсатора *C17* и типа используемого динистора *V17*. Время выдержки $t_в$, без учета токов утечки динистора и конденсатора, можно оценить по формуле:

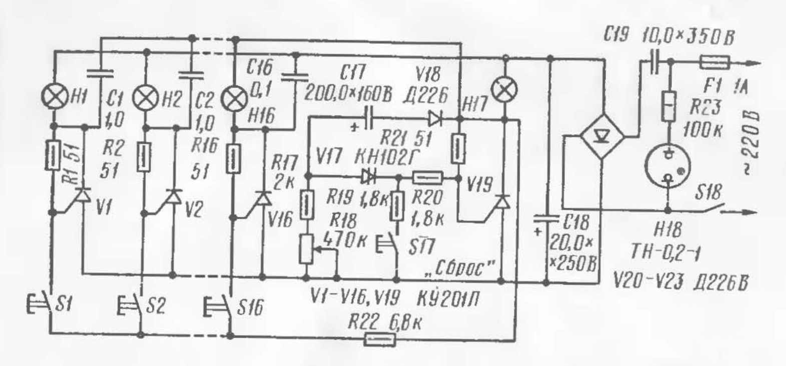


Рис. 2. Принципиальная схема информационного табло (I вариант)

$$t_в = RC \ln \frac{U_п}{U_п - U_{пр.д}},$$

где $t_в$ — время выдержки, с;
C — емкость конденсатора *C17*, Ф;
R — суммарное сопротивление резисторов *R17* и *R18*, Ом;
$U_п$ — напряжение источника питания, В;
$U_{пр.д}$ — напряжение пробоя динистора *V17*, В.

При эксплуатации устройства в нормальных условиях, а также при использовании деталей, указанных на принципиальной схеме, различия реальной и вычисленной по формуле выдержки незначительны.

Во время выдержки ни один из оставшихся пятнадцати тринисторов включить невозможно, так как потенциал катода запертого тринистора, откуда поступает управляющий сигнал остальных тринисторов, отрицателен. По истечении задержки времени тринистор *V19* открывается, а включенный тринистор информационной ячейки выключается обратным напряжением коммути-

рующего конденсатора. Подсвет информационной ячейки заканчивается, и устройство готово к приему следующего вопроса.

Резистором *R18* можно плавно регулировать длительность выдержки времени, резистор *R17* задает минимальную выдержку, резистор *R20* ограничивает ток в цепи управляющего электрода тринистора *V19*. Диод *V18* предохраняет конденсатор *C17* от обратных выбросов напряжения в момент коммутации.

Емкость коммутирующих конденсаторов можно оценить по формуле:

$$C \geqslant \frac{1{,}45 I_{н} (n-1)\, t_{в.т}}{U_{п}},$$

где C — емкость коммутирующего конденсатора, мкФ;
$I_{н}$ — ток нагрузки одной из информационных ячеек, А;
n — число информационных ячеек;
$t_{в.т}$ — время выключения тринистора *V19*, с;
$U_{п}$ — напряжение источника питания, В.

Конденсаторы *C1—C16* применяют на рабочее напряжение 250 В. При указанных на схеме рис. 2 параметрах и числе информационных ячеек, равном 16, выдержка времени регулируется от 1 до 40 с, при напряжении питания 200 В сила тока отдельной информационной ячейки 0,3 А.

Следует иметь в виду, что при включении напряжения питания устройство готово к работе только по истечении выдержки времени. Для устранения этого недостатка, а также для экстренного сброса неправильно выбранной информации используется кнопка *S17* — *«Сброс»*. Нажав эту кнопку, можно вернуть устройство в исходное состояние (горит лампа *H17*) в любой момент времени.

Рассчитать источник питания для подобного устройства несложно, так как нагрузка известна и строго ограничена — под нагрузкой может находиться только один ИК. Это позволяет уменьшить габариты источника питания (ИП).

Устройство можно питать от сети через выпрямительный мост и небольшой сглаживающий конденсатор. Правда, при этом приходится использовать тринисторы

с высоким допустимым обратным напряжением (из наиболее широко распространенных — КУ201Л, КУ202Н). Следует, однако, учитывать, что даже в этом случае кратковременные выбросы обратного напряжения в моменты перекоммутации превышают допустимые по техническим условиям значения обратного напряжения, что в принципе может сказаться на долговечности устройства. Поэтому лучше несколько понизить напряжение, подаваемое на устройство, используя в цепи выпрямительного моста конденсатор *C19* типа МБГЧ-1 емкостью 10,0 мкФ на напряжение 300 В.

В качестве выпрямителя можно использовать мост из диодов Д226В или аналогичных, можно также применить готовую сборку КЦ402А.

Необходимо помнить при этом, что устройство питается непосредственно от сети, поэтому его проводники должны быть надежно изолированы от корпуса и кнопок управления. Если габариты устройства позволяют, то в целях безопасности блок питания выполняется с разделительным трансформатором мощностью не менее 70 ВА.

Конструктивно прибор выполнен в виде небольшого корпуса с габаритами 500 × 400 × 200 мм (настольный вариант), на лицевой панели которого расположены выключатель питания, гнездо предохранителя, индикатор готовности устройства к работе, индикатор включения сетевого напряжения, кнопка *«Сброс»* и кнопки вызова информации. В верхней части лицевой панели расположены окна с помещаемой в них текстовой информацией. Окна защищены стеклами, которые могут выниматься при смене информационных материалов. Корпус изготовляется из мягкого листового металла (железо, алюминий или его сплавы) толщиной 1—2 мм, а затем покрывается декоративной бумагой или нитроэмалью. Для подсвета вызываемой информации в этом варианте используются лампы накаливания мощностью 60 Вт на напряжение 220 В. В верхней и задней панелях корпуса предусмотрены вентиляционные отверстия.

Монтажная плата выполнена из текстолита толщиной 5 мм. Ее размеры 420 × 190 мм, в собранном виде высота платы вместе с источником питания составляет 100 мм.

Наладку табло следует начать с ВК. Для этого необходимо отсоединить все ИК (отпаять по одному концу коммутирующих конденсаторов), а питание на ВК завести через тумблер; отпаять один конец динистора *V17* и нажать кнопку *S17*. При этом должна загореться лампа *H17*. Затем выключить питание, припаять динистор, вывести резистор *R18* в нулевое положение и снова подать питание. Лампа должна загореться через минимальную выдержку времени (пример-

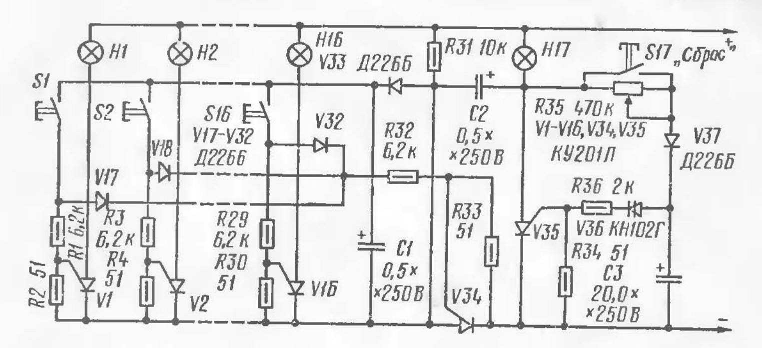


Рис. 3. Принципиальная схема информационного табло (2 вариант)

но 1 с). Снова выключить питание, ввести полностью резистор *R18*. Теперь, после подачи питания, лампа должна загореться через максимальную выдержку времени (около 40 с). Если в каком-либо из перечисленных режимов тринистор не включается, следует уменьшить сопротивление резисторов *R19* и *R20*. Дальнейшая наладка труда не представляет. Лучше всего по очереди присоединять ИК и каждый раз проверять работоспособность устройства, включая новый каскад соответствующей кнопкой. Выдержку времени при этом можно убавить.

На рис. 3 приведена схема информационного устройства, несколько отличающаяся по своему принципу работы от схемы устройства на рис. 2. Она не имеет коммутирующих конденсаторов, установка которых при коммутации больших нагрузочных токов значительно увеличивает габариты управляющей части устройства.

ИК в данной схеме, в отличие от предыдущей, выполнены с включением нагрузки в аноды тринисторов.

ВК состоит из переключающей ячейки, собранной на тринисторах *V34, V35*, динисторе *V36* и элементах *R36* и C3.

Устройство готово к работе, когда светится лампа *H17*, в это время включен тринистор *V35*, а все остальные выключены. Тринистор *V35* шунтирует свою цепь управления, что приводит к разряду конденсатора *C3*, коммутирующий же конденсатор *C2* заряжен до напряжения питания.

При нажатии любой из кнопок *S1—S16* через элемент ИЛИ (диоды *V17—V32*) включается тринистор *V34* и тринистор соответствующей ячейки. Включение тринистора *V34* приводит к запиранию тринистора *V35* напряжением коммутирующего конденсатора *C2*. С этого момента начинается заряд конденсатора *C3* и через заданное время тринистор *V35* снова включится, что приводит к выключению подсвечиваемой информационной ячейки, а устройство возвращается в исходное состояние. Очевидно, что после включения тринистора *V34* цепь управления тринисторами шунтируется и ни один ИК, кроме уже задействованного, включить нельзя. Цепь, состоящая из диода *V33* и конденсатора *C1*, служит для увеличения длительности управляющего импульса при включении ИК.

Емкость конденсатора *C2* определяется по описанной выше формуле. При указанных на схеме рис. 3 параметрах данное устройство по техническим характеристикам аналогично вышеописанному (см. рис. 2).

Конструктивно этот вариант информационного табло оформлен в виде плоского корпуса толщиной 80 мм. Площадь информационного экрана 500 × 400 мм, размер отдельного окна 90 × 90 мм. В данной конструкции использован также бестрансформаторный источник питания, а так как в этом варианте отсутствуют коммутирующие конденсаторы, то размеры монтажной платы удалось уменьшить до 420 × 60 мм. Глубина платы в собранном состоянии не превышает 40 мм. Для подсвета одного информационного окна в этом случае использованы две лампы накаливания мощностью 15 Вт, включенные параллельно. Вентиляционные отверстия выполнены в верхней и нижней панелях корпуса.

Наладку информационного табло, выполненного по схеме рис. 3, следует проводить по тому же прин-

ципу, что и предыдущего. Вначале налаживается времязадающий узел, собранный на тринисторе *V35*. Затем к нему присоединяются цепи тринистора *V34* с диодной сборкой и управляющими кнопками. Резисторы *R1, R2—R29* при этом лучше отсоединить от управляющих электродов тринисторов информационных каскадов. Затем, по очереди нажимая кнопки вызова информации, нужно убедиться в работоспособности переключающей ячейки (лампа *H17* должна каждый раз загораться через выдержку времени, определяемую положением потенциометра *R35*). Окончательно в работоспособности устройства можно убедиться, присоединяя по одному ИК. Если не все тринисторы ИК срабатывают, следует несколько увеличить емкость конденсатора *C1*.

При необходимости по приведенным выше схемам можно выполнить информационное табло с повышенной нагрузочной способностью. Для этого тринисторы следует установить на соответствующие радиаторы.

Описанные устройства работают в широком диапазоне питающих напряжений, нижний предел которых ограничивается используемой осветительной аппаратурой, а верхний — предельными значениями допустимых для тринисторов токов и напряжений. Следует учесть, однако, что при использовании табло на пониженных напряжениях (ниже 100 В) становится трудно обеспечить необходимую выдержку времени для ВК, так как для обеспечения устойчивой работы этого каскада необходимо, чтобы зарядный ток примерно на порядок превышал ток утечки через динистор и времязадающий конденсатор. Изменяя по своему усмотрению параметры схем, следует также помнить, что сила тока нагрузки ИК всегда должна превышать силу максимального тока удержания используемого тринистора (нормируется паспортными данными — 100 мА для тринисторов типа КУ201).

На время наладки переключающей ячейки необходимо уменьшить сопротивление резистора *R31* до 2 кОм с тем, чтобы обеспечить надежное включение тринистора *V34*.

ШЕСТИЭЛЕМЕНТНАЯ АНТЕННА С УСИЛИТЕЛЕМ

Н. Войтович

В последнее время большой интерес радиолюбителей вызывает использование дециметрового диапазона волн (ДМВ) для приема телевизионных передач. Пригодность промышленного телевизионного приемника для качественного приема ДМВ определяется в основном его чувствительностью и характеризуется устойчивостью синхронизации изображения при приеме слабого сигнала. Однако из-за особенностей распространения дециметровых волн и ввиду сравнительно низкой чувствительности по каналу изображения и звука (порядка 100—200 мкВ) у большинства цветных и черно-белых телевизоров (типа УЛПЦТ-59-11, УЛПТ-61-21 и др.), выпускаемых промышленностью в настоящее время с дециметровым блоком (СКД-1), возможность качественного приема телевизионных передач в диапазоне ДМВ ограничена.

Увеличить напряжение сигнала на входе телевизора в диапазоне ДМВ можно, применяя высокоэффективные многоэлементные антенны с максимально возможным коэффициентом усиления и узкой диаграммой направленности, а также используя антенный усилитель, включаемый между антенной и антенным вводом телевизора.

Для приема сравнительно слабых сигналов ДМВ радиолюбителями широко применяются десяти-, шестнадцатиэлементные антенны типа волновой канал. При увеличении числа элементов у таких антенн наряду с увеличением коэффициента усиления резко сужается полоса пропускания и понижается выходное сопротивление. Важное значение приобретает согласование

антенны с кабелем снижения, так как из-за плохого согласования теряется большая часть мощности сигнала. Большую трудность представляет согласование десяти-, шестнадцатиэлементных антенн с кабелем как с помощью полуволновой петли, так и с применением симметрирующих четвертьволновых шлейфов и мостиков. Часть недостатков многоэлементных антенн можно

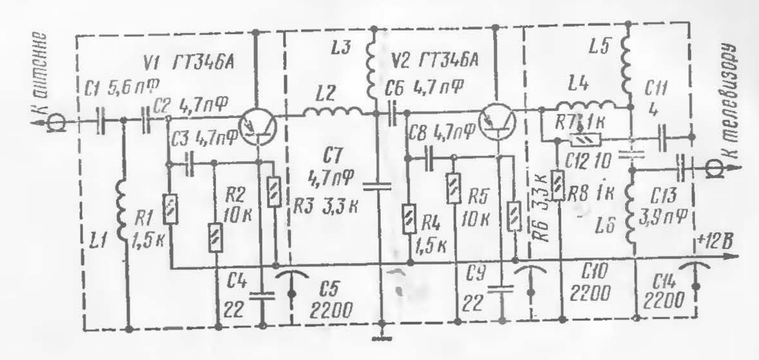


Рис. 1. Принципиальная схема усилителя

устранить, располагая непосредственно у антенны широкополосный малошумящий антенный усилитель, выход которого согласован с кабелем снижения. При этом улучшается соотношение сигнал/шум на входе телевизионного приемника.

В настоящей статье предлагается именно такой путь улучшения качества приема в диапазоне ДМВ. Предлагаемый усилитель полностью перекрывает дециметровый диапазон с 21-го по 39-й телевизионные каналы. Коэффициент усиления усилителя составляет 18—20 дБ при обеспечении линейного усиления в диапазоне частот 470—650 МГц.

Принципиальная схема двухкаскадного широкополосного антенного усилителя показана на рис. 1. Усилитель собран на двух малошумящих сверхвысокочастотных транзисторах ГТ346А, включенных по схеме с общей базой, которая обеспечивает высокую стабильность электрических характеристик усилителя. Входное и выходное сопротивления усилителя 75 Ом. Требуемую избирательность в широкой полосе пропускания в усилителе обеспечивают фильтры *L2, L3, C7* и *L4, L5,*

C11, включенные в коллекторные цепи транзисторов *V1* и *V2*. Режим транзисторов по постоянному току обеспечивается резисторами *R1, R2, R3 (V1), R4, R5, R6 (V2)*. Конденсаторы *C4* и *C9* заземляют базы транзисторов *V1* и *V2* по высокой частоте. Катушка *L6*, подключенная к конденсаторам *C12, C13*, обеспечивает согласование выходного сопротивления усилителя с входным сопротивлением телевизора. Усилитель питается от источника постоянного тока напряжением 9—12 В, при этом сила потребляемого усилителем тока не превышает 3—4 мА. Усилитель можно питать также от сети переменного тока с помощью стабилизированного выпрямителя, схема которого показана на рис. 2.

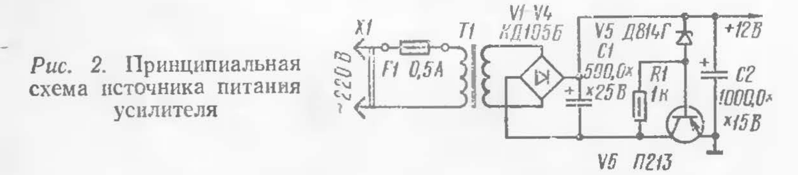


Рис. 2. Принципиальная схема источника питания усилителя

Шасси и перегородки усилителя изготавливаются из латуни толщиной 0,5 мм. Размеры шасси и размещение элементов схемы усилителя приведены на рис. 3. Место входа и выхода открытое, чтобы коаксиальный кабель можно было закрепить скобами к шасси. На рис. 3 условно показано крепление конденсаторов *C1* и *C13* непосредственно к центральной жиле кабеля. Местом соединения должны быть стойки, жестко закрепленные через изоляторы на шасси. Шасси усилителя закрывается П-образной латунной крышкой. Вся конструкция помещается в корпусе, изготовленном из оргстекла так, чтобы надежно защитить усилитель от попадания в него влаги.

Катушки усилителя бескаркасные и наматываются посеребренным проводом диаметром 0,8 мм с расстоянием между витками, равным 3 мм (табл. 1).

На катушках в начале и в конце оставлены концы провода длиной не более 2—3 мм для крепления. Расположение катушек усилителя при монтаже показано на рис. 3. Катушки *L1* и *L6* расположены вертикально, а остальные горизонтально и по перпендикулярным направлениям. Колебательный контур в коллекторной

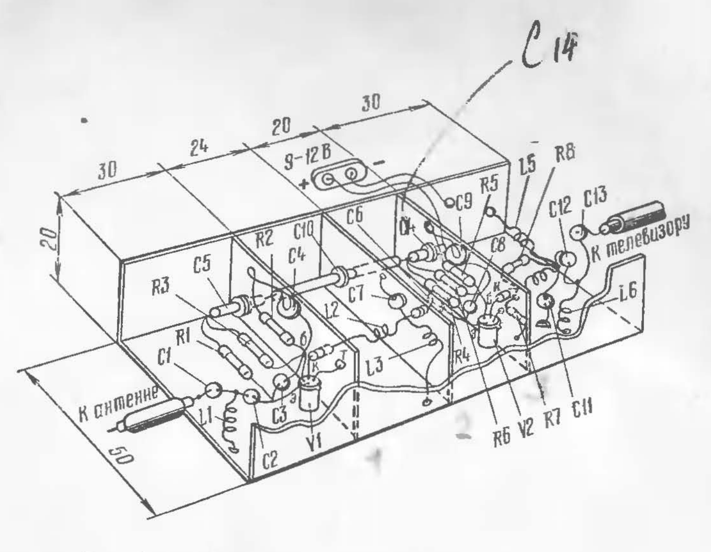


Рис. 3. Конструкция усилителя (вид без крышки)

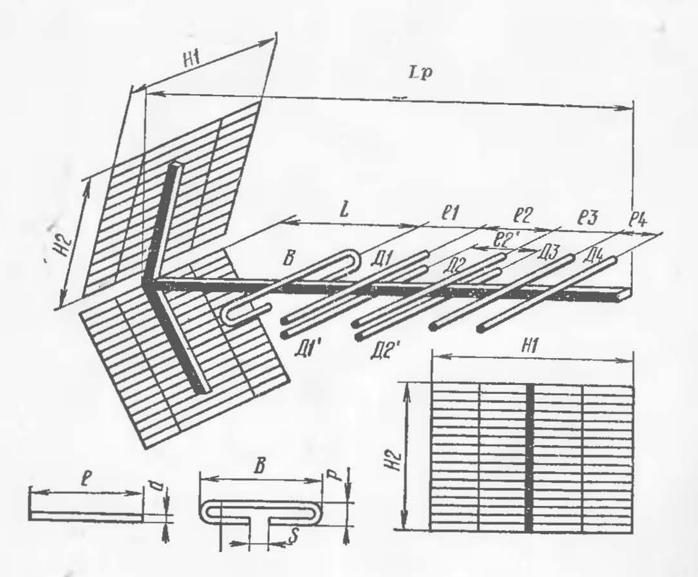


Рис. 4. Конструкция антенны

Таблица 1

Намоточные данные катушек

Обозначение по схеме	Число витков	Внутренний диаметр катушек, мм
L1	3	4,5
L2	6	3,5
L3	4	3,5
L4	5	3,5
L5	6	3,5
L6	2	4,5

цепи транзистора *V2* дополняется резисторами *R7* и *R8*, которые должны быть расположены согласно рис. 3, т. е. резистор *R7* прямо подпаивается к коллектору транзистора *V2* и к перегородке, резистор *R8* включается параллельно катушке *L4*. Конденсаторы *C5*, *C8*, *C14* К10-П-4В-Н70, остальные дисковые типа КД-1. Резисторы МЛТ-0,125 или УЛМ. Вместо транзисторов ГТ346А можно применить транзисторы ГТ346Б. Однако при этом могут ухудшиться характеристики усилителя. В некоторых случаях отпадает необходимость в конденсаторе *C7*, если на 31 и 39-м каналах имеется достаточное усиление.

Проверкой работоспособности тщательно собранного усилителя является равенство силы потребляемого тока 5 мА. В противном случае требуется внимательная проверка номиналов резисторов. Никакой дополнительной наладки усилитель не требует.

Разъем питания, изображенный на рис. 3, с выводами небольшой длины используется при проверке работоспособности усилителя и в дальнейшем заменяется двужильным проводом соответствующей длины.

В предлагаемом стабилизированном выпрямителе в качестве силового трансформатора *T1* использован выходной трансформатор кадровой развертки (ТВК) типа ТВК110Л2.

Конструкция, внешний вид и основные размеры элементов шестиэлементной антенны, предназначенной для работы в диапазонах частот различных каналов, приведены соответственно на рис. 4 и в табл. 2.

Таблица 2

Основные размеры конструкции антенны

Обозначение	Размеры элементов конструкции антенны для телевизионных каналов, мм		
	21—25	26—30	31—35
В	332	313	291
Н1	600	600	600
Н2	500	500	500
Д1 = Д1'	247	233	317
Д2	238	224	208
Д2'	242	229	213
Д3 = Д4	236	222	207
L	135	126	117
l1 = l1'	40	37	34
l2	50	47	43
l2[1]	35	33	30
l3	154	145	135
l4	163	154	143
S	40—60		
P	40		

Рефлектор антенны состоит из двух прямоугольных решетчатых полотен, плоскости которых образуют угол 90°. Биссектриса этого угла совпадает с осевой линией основной стрелы антенны. Решетчатое полотно состоит из рамки, которая для увеличения жесткости конструкции изготавливается из латунного прутка диаметром 6—8 мм, и продольных и поперечных элементов, выполненных из 3—4 миллиметровой латунной проволоки.

Места соединения рамки с продольными и поперечными элементами решетчатого полотна надежно пропаиваются.

Вибратор В и директоры Д антенны изготавливают из алюминиевой трубки диаметром от 6 до 12 мм с толщиной стенки 1—1,5 мм.

В качестве кабеля снижения следует использовать кабели с малым погонным затуханием сигнала РК-75-9-12 (РК-3), РК-75-9-13 (РК-103), РК-75-7-11 и РК-75-7-15. При небольшой длине снижения возможно использование кабелей РК-75-4-11; РК-75-4-15 (РК-1). Высоту подъема антенны над поверхностью земли следует делать возможно бóльшей, чтобы высокие предметы (здания, возвышенности) не закрыли линию горизонта.

В заключение следует отметить, что ДМВ антенна может быть размещена на одной опоре с антеннами метровых волн. Чтобы уменьшить взаимное влияние, минимальное расстояние между первой и второй антеннами должно составлять не менее 0,8—1 м.

$L_1 = (3 \div 4) \cdot 0{,}63 =$

$L_2 = (3 \div 4) \cdot 0{,}4 \sim$

$0{,}63 \times 4 = 2{,}52$

АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВОЛЬТМЕТР ПОСТОЯННОГО ТОКА

В. Ефремов, В. Тимофеев

В инженерной работе, а также в радиолюбительской практике при настройке сложной аппаратуры, питающейся от нескольких источников, приходится производить замеры вольтметром постоянного тока. Поэтому всегда необходимо помнить о полярности и величине измеряемого сигнала. При работе со стрелочным или электронным вольтметром пренебрежение этим обстоятельством может привести к зашкаливанию и порче измерительного прибора.

Автоматический вольтметр постоянного тока, описание которого приводится ниже, сам производит выбор шкалы и указывает полярность, избавляя радиолюбителя от ненужной, а при большом числе измерений и раздражительной работы, связанной с изменением полярности включения стрелочного вольтметра и переключением шкалы.

Погрешность рассматриваемого автоматического вольтметра определяется погрешностью базового вольтметра (в данном случае М243), а удобства работы — возможностями электронной схемы.

Технические данные

Входное сопротивление:	
вольтметра М243, кОм/В	100
электронной приставки, МОм	1,0
Пределы измерений, В	1,5—7,5—30
Основная погрешность, %	0,2
Выбор шкалы	автоматический
Выбор полярности	»
Рабочая температура окружающей среды, °С	+10 — +35
Питание	4 батареи 3336Л (+9 В и —9 В)
Потребляемый ток от источника —9 В (+9В); мА:	
при измерении отрицательного напряжения до 1,5 В	40 (35)
при измерении отрицательного напряжения от 1,5 до 30 В	55 (35)
при измерении положительного напряжения	120 (35)

Прибор сохраняет работоспособность при снижении питающих напряжений до 7 В. Отличительной чертой автоматического вольтметра является наличие всего лишь двух органов управления: тумблера включения и кнопки контроля исправности прибора.

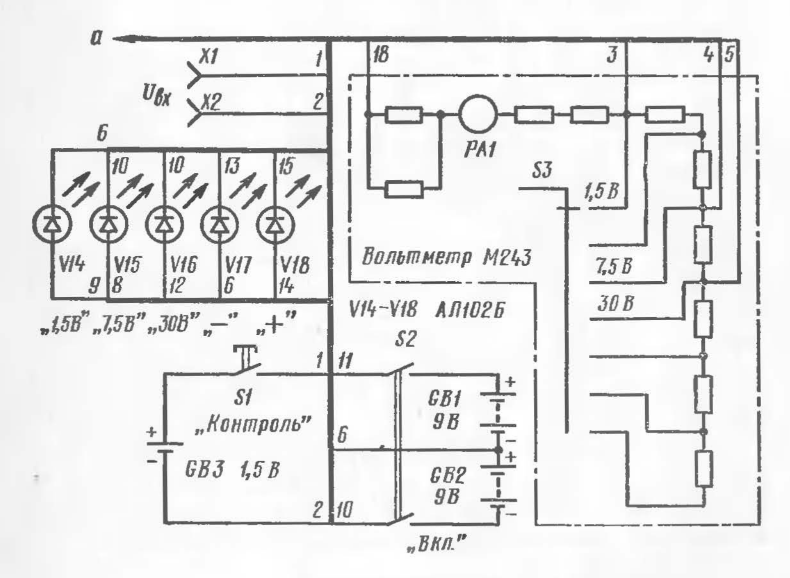


Рис. 1. Принципиальная схема автоматического вольтметра постоянного тока

Автоматический вольтметр постоянного тока (рис. 1, 2) состоит из измерительного прибора М243, электронной приставки и блока питания. Прибор М243 применен потому, что он обладает малой погрешностью измерений (0,2%) и имеет конструкцию, позволяющую разместить в корпусе электронную приставку, блок питания, а также элементы индикации и контроля.

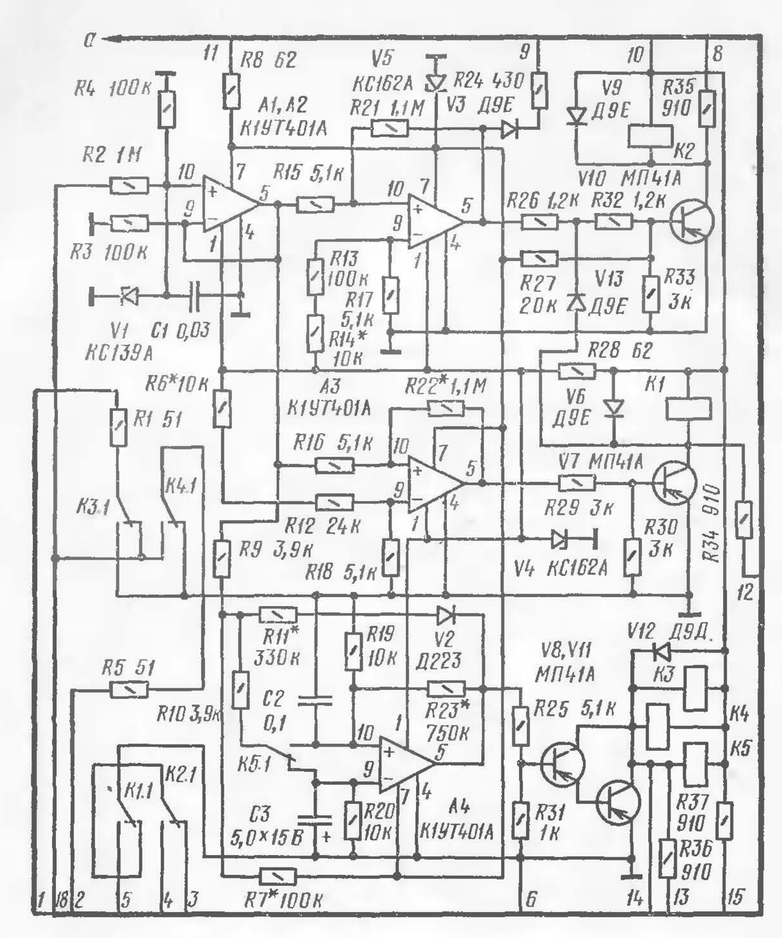


Рис. 2. Принципиальная схема автоматического вольтметра (продолжение)

Электронная приставка выполняет следующие функции: подключает при измерении соответствующую шкалу прибора М243; указывает полярность измеряемого напряжения на входной клемме *X1*. Независимо от знака измеряемого напряжения на клемме *X1* на минусовой вход прибора М243 с контакта *18* подается отрицательный потенциал измеряемого напряжения. Если

измеряемое напряжение не превышает 1,5 В, то «плюс» прибора М243 через контакт *3* приставки подключается к общему проводу. Если величина измеряемого напряжения лежит в пределах 1,5—7,5 В, подключается контакт *4*, если $U_{изм}$>7,5 В, подключается контакт *5*.

Все коммутации измерительных цепей в электронной приставке производятся реле РЭС-15, поэтому приставка не ухудшает точности прибора М243. Индикация выбранной шкалы прибора М243 осуществляется светодиодами *V14, V15, V16*, а полярность измеряемого напряжения на клемме *1* автоматического вольтметра индицируется светодиодами *V17, V18*.

Источником питания автоматического вольтметра служат четыре батареи 3336Л, дающие два напряжения —9 В и +9 В. Чтобы контролировать работоспособность автоматического вольтметра при возможном разряде питающих батарей, в нем имеется элемент с ЭДС, равной 1,5 В (элемент 316), который с помощью кнопки *S1 «Контроль»* подключается к входным клеммам вольтметра.

Схема электронной приставки (см. рис. 2) состоит из двух узлов: узла выбора шкалы (*A2, V10, A3, V7*) и узла изменения полярности (*A4, V8, V11*). Общим элементом для обоих узлов является повторитель напряжения на операционном усилителе (ОУ) *A1*. Применение этого каскада позволило обеспечить высокое входное сопротивление приставки, которое определяется в основном резистором *R2* (более 1 МОм). Резисторы *R2* и *R4* являются входным делителем напряжения, обеспечивающим нормальный режим работы микросхем.

Узел выбора шкалы собран на операционных усилителях (ОУ) *A2* и *A3*, которые работают как пороговые устройства (компараторы). На инвертирующий вход *9* этих ОУ подано отрицательное опорное напряжение $U_{опор}$, а на неинвертирующий вход *10* — напряжение $U_{вх}$ с выхода *5* повторителя *A1*. Если $|U_{вх}|<|U_{опор}|$, то на выходе ОУ будет положительное напряжение, в случае $|U_{вх}|>|U_{опор}|$ выходное напряжение будет отрицательным. Для того чтобы переход порогового устройства из одного состояния в другое происходил достаточно быстро, в схему введена цепь положительной обратной связи между выходом *5* и неинвертирующим входом *10* (*R21* и *R22*). Исходным состоянием ОУ *A2*

и *А3* является наличие на их выходах положительного напряжения. Это соответствует включению автоматического вольтметра на измерение отрицательного напряжения не более 1,5 В. В этом случае плюсовой конец прибора М243 подключается к общему проводу через замкнутые контакты *К1.1* и *К2.1*. Индикация шкалы осуществляется светодиодом *V14* (см. рис. 1), на анод которого подано через диод *V3* и ограничительный резистор *R24* положительное напряжение с выхода *А2*, потребление тока приставкой в этом режиме минимальное.

При превышении измеряемым напряжением 1,5 В напряжение на *10* выводе микросхемы *А2* превысит $U_{опор}$ и ОУ переключится в состояние, при котором на его выходе *5* будет отрицательное напряжение. С коллектора транзистора *V7*, находящегося в закрытом состоянии, отрицательной потенциал поступает на анод диода *V13* и запирает его, что обеспечивает ток базы транзистора *V10*, достаточный для переключения его в режим насыщения. При этом сработает исполнительное реле *К2*, которое своими контактами *К2.1* подключит шкалу *«7,5 В»* прибора М243. Светодиод *V14* погаснет, и засветится светодиод *V15*, сигнализируя об измерении на шкале *«7,5 В»*. При дальнейшем повышении измеряемого напряжения, как только его величина достигнет 7,5 В, напряжение на выводе *10* элемента *А3* превысит опорное на инвертирующем входе *9*. Напряжение на выходе *5* усилителя *А3* скачком изменит полярность выходного напряжения на отрицательную, открывая тем самым транзистор *V7* и включая реле *К1*. Через контакты *К1.1* измеряемое напряжение будет подаваться на вывод *5* прибора М243, при этом предел измерения составит 30 В.

Поскольку при отпирании транзистора *V7* потенциал на его коллекторе уменьшается до — (0,3—0,4) В, диод *V13* открывается, шунтируя цепь тока базы транзистора *V10*, последний запирается, выключая реле *К2*. При этом включаются нормально замкнутые контакты *К2.1*, и гаснет светодиод *V15*.

Коэффициент усиления по току транзисторов *V7* и *V10* должен примерно равняться 50. Этому требованию отвечают транзисторы МП41А, МП42Б, МП20А и МП21А.

Принципиальная схема узла изменения полярности аналогична схеме узла выбора шкал. Отличительной чертой порогового устройства на ОУ *А4* является отсутствие опорного напряжения на инвертирующем входе *9* и более сложная схема включения по неинвертирующему входу. Причиной этого является наличие отрицательного напряжения 0,2—0,25 В на выходе усилителя *А1* даже при отсутствии входного напряжения, и поэтому при непосредственной связи между выходом *А1* и инвертирующим входом *9* микросхемы *А4* переход порогового устройства *А4* из одного состояния в другое происходил бы при положительном напряжении на входе автоматического вольтметра $U_{вх} \geqslant 2$ В. Компенсация постоянного выходного напряжения микросхемы *А1* при $U_{вх} = 0$ осуществляется резистором *R7*, что позволяет довести чувствительность порогового устройства до $U_{вх} = 0,3—0,4$ В. При срабатывании усилителя *А4* его выходное напряжение меняет положительную полярность на отрицательную, открывается составной транзистор *V8*, *V11* и срабатывают реле *К3*, *К4*, *К5*. Составной транзистор необходим для коммутации суммарного тока трех реле и светодиода, сила которого составляет 70 мА. Контакты реле *К3* и *К4* подключают «минус» измеряемого напряжения ко входу *10* ОУ *А1* и к минусовому входу прибора М243. Реле *К5* и цепочка *R11V2* необходимы для удержания компаратора *А4* в состоянии измерения положительного напряжения. Четкое срабатывание ОУ *А4* достигается применением цепи положительной обратной связи (резистор *R23*) и конденсаторов *С3* и *С2*. После прекращения измерения положительного напряжения устройство переходит в исходное состояние.

Напряжение от источника питания —9 В в электронной приставке подается непосредственно на транзисторы. Стабилизация питания интегральных схем осуществляется с помощью стабилитронов КС162А, у которых разброс напряжения стабилизации составляет ±0,4 В от номинального значения $U_{ном}$, равного 6,2 В. Вместо стабилитронов этого типа возможно применение стабилитронов КС168А, но так как у них разброс номинального напряжения, равного 6,8 В, составляет ±10%, то необходим предварительный отбор экземпляров, у которых напряжение стабилизации не превышает 6,6 В.

Резисторы *R1* и *R5* служат для предотвращения короткого замыкания источника измеряемого напряжения в случае неисправности узла изменения полярности, если одно из реле *K3, K4* не сработает. Наибольшая погрешность в измерениях вносится этими резисторами на шкале «*1,5 В*» и составляет примерно 0,06%.

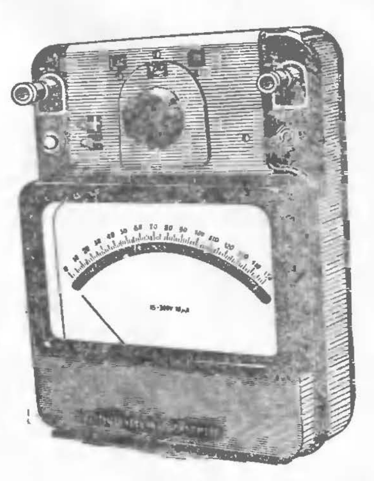
Прежде чем приступить к настройке изготовленного прибора, необходимо провести проверку режимов работы всех активных элементов. При подаче питающих напряжений напряжения на стабилитронах *V4* и *V5* должны составлять 6,2 ± 0,4 В, это же напряжение соответствующей полярности должно быть на выводах *1* и *7* ОУ *A1—A4*. Напряжение на выходе *5* усилителя *A1* при нулевом входном измеряемом напряжении должно быть $U_{вых} \leqslant$ —(0,2—0,3) В, напряжение на выходах *5* ОУ *A2—A4* — не менее +4 В. Все транзисторы электронной приставки в исходном состоянии закрыты, и напряжение на коллекторах *V10, V7, V8* и *V11* равно напряжению источника питания —9 В, при этом светятся светодиоды *V14* (шкала «*1,5 В*») и *V17* («минус»).

После замеров режимов полупроводниковых приборов приступают к проверке работоспособности узла выбора шкалы. Для этого необходим источник постоянного тока с регулируемым выходным напряжением от 1 до 10 В. Его можно заменить двумя-тремя батареями 3336Л, соединенными последовательно, и потенциометром сопротивлением 1 кОм, от среднего отвода которого снимается «минус» измеряемого напряжения.

Подключив источник напряжения «минусом» к клемме *1*, начинают постепенно увеличивать напряжение, ведя отсчет по прибору М243 автоматического вольтметра. Когда измеряемое напряжение будет равно —(1,3—1,8) В, должно произойти переключение со шкалы «*1,5 В*» на шкалу «*7,5 В*». Когда $U_{изм}$ = —(7—8) В, должен произойти переход на шкалу «*30 В*». Переход с одной шкалы на другую должен происходить резко, без дребезга реле. Если такой переход со шкалы на шкалу в обратной последовательности происходит и при уменьшении напряжения от 10 до 1 В, узел выбора шкалы считается работоспособным.

Для проверки узла переключения полярности необходим регулируемый источник напряжения +1,5 В.

Таковым может быть одна батарея 3336Л с потенциометром сопротивлением 360 Ом. При подаче на клемму *1* напряжения положительной полярности не более +0,3 В прибор М243 зашкаливает влево, а при бóльших значениях $U_{изм}$ должен сработать узел изменения



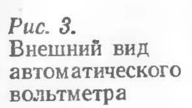


Рис. 3.
Внешний вид автоматического вольтметра

полярности, и вольтметр покажет напряжение срабатывания $U_{ср.\,1}$. Это напряжение определит чувствительность узла изменения полярности.

Налаживание узла выбора шкалы производят следующим образом. Изменяя сопротивление резистора *R14*, добиваются переключения шкалы при входном измеряемом напряжении, равном —1,55 В (когда напряжение на входе возрастает по абсолютной величине). При уменьшении входного отрицательного напряжения (по модулю) от —1,7 В переход со шкалы «*7,5 В*» должен произойти при $U_{вх.\,изм}$ = —1,45 В.

Величина $\Delta U_{изм} = U_{вх.\,изм.\,1} - U_{вх.изм.\,2}$ регулируется подбором резистора *R21* — при увеличении его сопротивления $\Delta U_{изм}$ уменьшается, но при этом надо следить за надежным срабатыванием реле переключения шкалы. Аналогично резистором *R6* добиваются перехода на шкалу «*30 В*» при входном напряжении —7,75 В с увеличением напряжения, а уменьшение входного напряжения от —7,8 В должно приводить к переключению на шкалу «*7,5 В*». Величина гистерезиса в этом случае

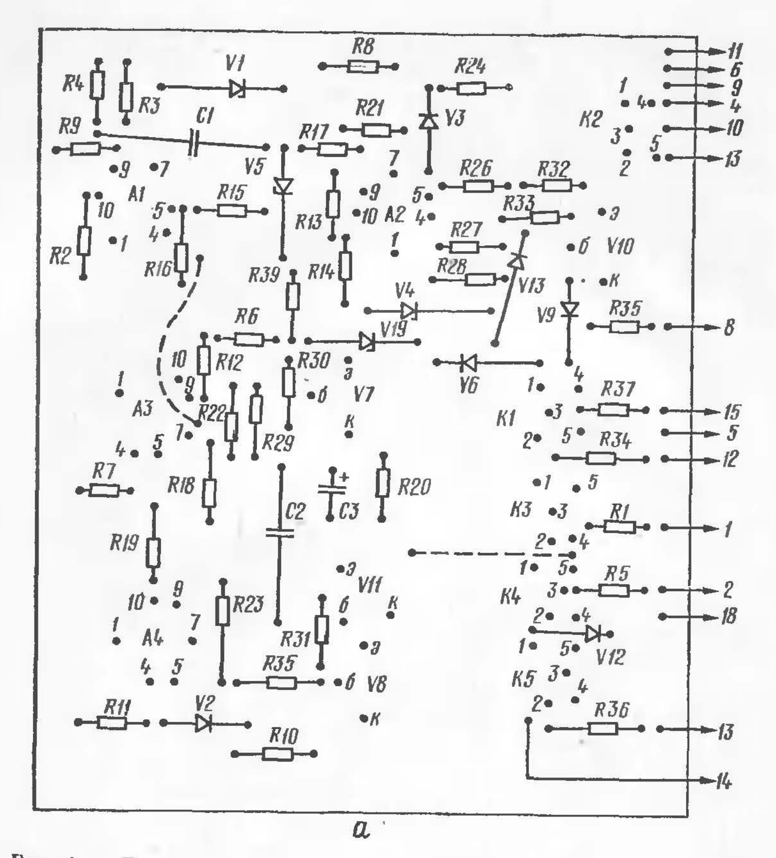


Рис. 4, а. Расположение элементов на плате электронной приставки

должна составлять 0,25 В и регулируется подбором резистора *R22*.

Узел переключения полярности нуждается в налаживании, если в исходном состоянии не светится светодиод *V17* («минус») или $U_{ср.1} > U_{вх.изм} = 0,4$ В. Настройку начинают с проверки напряжений на выводах *9* и *10* микросхемы *A4*. В исходном состоянии на выводе *10* усилителя *A4* должно быть положительное напряжение, равное +(0,002—0,003) В. Для того чтобы узел срабатывал при положительных напряжениях $U_{ср.1} \geqslant 0,3$ В, величина напряжения на выводе *9 A4*

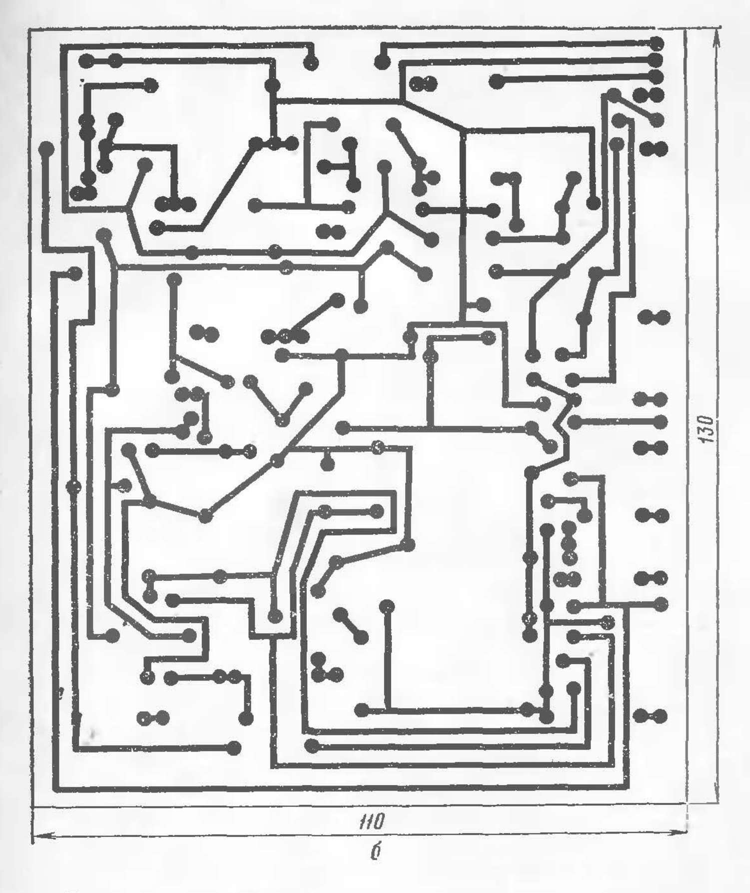


Рис. 4, б. Печатный монтаж платы электронной приставки

должна быть на (0,002—0,003) В меньше, чем на выводе *10*. Этого добиваются подбором резистора *R7*. Если переход ОУ *A4* из одного состояния в другое будет неустойчивым вблизи напряжения $U_{ср.1}$ (непрерывное переключение знаков полярности), то это устраняется уменьшением сопротивления резистора *R11*. Напряжение гистерезиса срабатывания микросхемы *A4* определяется резисторами *R23* и *R11* и составляет 0,05—0,1 В.

3 712

После настройки электронной приставки ее устанавливают в прибор М243, подключают элемент *GB3*. При нажатии кнопки *«Контроль»* на контакты *1—2* приставки поступает напряжение $U = +0{,}4$ В, при этом должен сработать узел изменения полярности, а прибор М243 — показать 0,4 В. После измерения токов, потребляемых от источников, и проверки работоспособности автоматического вольтметра при пониженном питании он готов к работе.

Вольтметр М243 подвергается незначительной доработке — в корпусе делается пять небольших отверстий (диаметром 4 мм) для установки светодиодов и два отверстия для крепления кнопки *S1* (*«Контроль»*) и переключателя *S2* (*«Вкл»*). Размещение этих деталей на корпусе вольтметра видно на рис. 3. Внутри корпуса М243 крепится элемент *GB3* и печатная плата электронной приставки.

Печатная плата (рис. 4) электронной приставки изготовлена из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм (возможно использование фольгированного гетинакса). Печатная плата разработана с учетом использования резисторов МЛТ-0,25 или МЛТ-0,125, конденсаторов МБМ, но возможно применение конденсаторов КМ-4, КМ-5. Чтобы уменьшить габариты монтажа по высоте, реле РЭС-15 (паспорт РС4.591.003) уложены набок. Для удобства настройки электронной приставки элементы, которые подбираются при регулировке (*R21, R14, R6, R22, R11, R23*), необходимо крепить на стойках. Вся плата крепится в корпусе прибора М243 на трех стойках винтами. Электронная приставка является автономным устройством и может работать с любым вольтметром постоянного тока, при этом в зависимости от конструкции корпуса и наличия свободного места может потребоваться некоторое изменение размеров печатной платы и размещения на ней деталей.

К нижней съемной крышке вольтметра М243 крепится отсек питания, в котором размещены четыре батареи 3336Л. Габариты отсека (210 × 150 × 20 мм) позволяют разместить в нем измерительные щупы и зажимы к ним. Кнопка *S1* типа 7ДО1, переключатель *S2* — МТ-3.

ЭЛЕКТРОНИКА В БЫТУ И В АВТОМОБИЛЕ

ЭЛЕКТРОННЫЕ ЧАСЫ НА ИМС

А. Рожевецкий

Электронные часы, принципиальная схема которых приведена на рис. 1, выполнены на интегральных микросхемах (ИМС) серии К511 общепромышленного применения. Такие часы можно эксплуатировать не только дома, но и в местах, где уровень электрических помех завышен, например, в электрических лабораториях учебных заведений, мастерских, на производстве (источниками помех являются двигатели, генераторы, станки, дрели и т. д).

Данное устройство достаточно просто и содержит мало дискретных элементов (резисторов, конденсаторов и т. д.). Отсутствие собственного генератора импульсов хотя и снижает точность хода, но упрощает схему прибора. Часы питаются от простейшего стабилизированного источника питания, обеспечивающего на выходе постоянное напряжение от 13,5 до 17,5 В.

В качестве задающего генератора используется простейший формирователь прямоугольных импульсов, выполненный на стабилитроне *V5* и постоянном резисторе *R10* (рис. 2). Он питается от силового трансформатора *T1* блока питания, у которого обмотка *II* обеспечивает переменное напряжение с амплитудой 20 В при частоте 50 Гц. При подаче на вход формирователя синусоидального напряжения с амплитудой, значительно превышающей напряжение стабилизации стабилитрона *V5*, на его выходе получаются импульсы почти прямоугольной формы.

Структурная схема часов проста: она включает формирователь прямоугольных импульсов, счетчик минутных

Рис. 1. Принципиальная схема часов

Продолжение рис. 1

импульсов (СМИ), счетчик часовых импульсов (СЧИ) и цифровые индикаторы.

Пересчет частоты 50 Гц, образовавшейся на формирователе прямоугольных импульсов, в минутные импульсы осуществляется счетчиками *D3, D5, D7, D9* (см. рис. 1) следующим образом. Счетчик *D3* делит

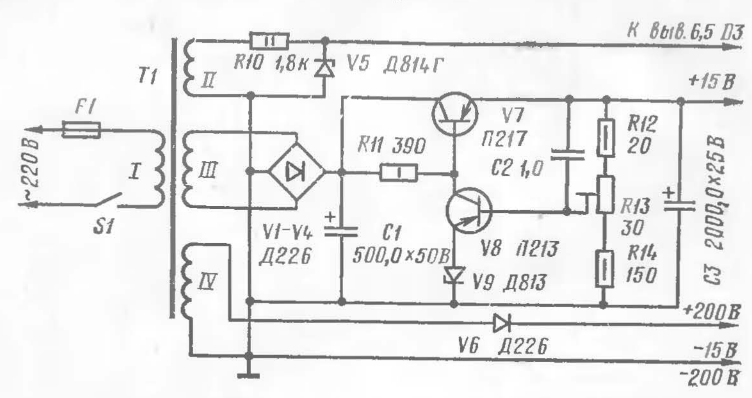


Рис. 2. Принципиальная схема источнника питания

частоту генератора на 10 (на его выходе будут импульсы с периодом повторения 0,2 с). На выходе счетчика *D5* импульсы появляются через 0,6 с. После прихода третьего импульса с микросхемы *D3* на выходе *D5* (выводы *3* и *13*) появится логическая 1, которая затем поступает на элемент *D1.3.* При этом произойдет сброс счетчика *D5* через элемент *D1.1* и инвертор *D1.2.* Счетчики *D7* и *D9* дают возможность получить минутные импульсы, так как их суммарный коэффициент деления равен 100. Для пересчета на 60 в счетчике *D6* выходы *1* и *13* подключаются к элементу *D2.3*, и в момент, когда на этих выводах появляется логическая 1 (что соответствует шестому счету), произойдет сброс счетчика в исходное состояние.

Для пересчета на 24 выход *13* счетчика *D10* и выход *1 D8* соединены с входами ИМС *D12.4.* По достижении состояния 2 на выходе элемента *D10* и состояния 4 на выходе элемента *D8* произойдет сброс всей схемы.

Начальное показание электронных часов устанавливается кнопками *S1, S2, S3.*

Для исключения ложного срабатывания счетчиков

от дребезга контактов кнопок при установке начальных показаний часов в схему введены устройства памяти на элементах *D11.1, D11.2, D12.1* и *D12.2.*

Установка нулевого времени осуществляется следующим образом. В 24 часа, по первому сигналу точного времени, необходимо нажать кнопку *S2*, при этом на вход 8 счетчиков ИМС *D3—D10* подводится сигнал логического 0, счетчики приходят в исходное состояние, т. е. произойдет общий сброс показаний (нулевое время). По шестому сигналу кнопка отпускается. В том случае, если требуется установка минут, нужно нажать кнопку *S1*, через замкнутые контакты которой на вход *1* элемента *D11.1* поступает сигнал логического 0, а на выходе *3 D11.1* установится сигнал логической 1, который, в свою очередь, приходит на вывод *13 МС D11.4.* На вход *12 D11.4* с выхода *D1.3* начнут приходить импульсы установки с периодом 0,6 с. Далее они поступают на счетчик единиц *(D4)* и десятков *(D6)* минут. Когда на индикаторах *H1* и *H2* установится нужное время, кнопку *S1* отпускают (нажатием кнопки *S3* устанавливают часы).

В электронных часах использованы ИМС серии К511, счетчики К511ИЕ1, дешифраторы К511ИД1, а также микросхемы К511ЛА1, реализующие логическую функцию 2И-НЕ. В качестве цифровых индикаторов могут применяться лампы типа ИН-12Б. Возможно использование и других индикаторов с напряжением питания около 200 В и потребляемым током не более 7 мА. Конденсаторы — любые, с указанными на схеме номиналами. Постоянныерезисторы МЛТ-0,5, кроме резистора *R10*, рассчитанного на мощность 2 Вт.

Силовой трансформатор блока питания может быть от радиовещательного приемника, сетевая *I* и повышающая *IV* обмотки остаются, накальные обмотки снимаются, а на их место наматываются обмотки *II* и *III:* обмотка *II* проводом диаметром 0,3 мм, а обмотка *III* — диаметром 1—1,5 мм. Переменное напряжение на выходах этих обмоток должно быть равно 20 В. Переменный резистор *R13* блока питания для повышения стабильности выходного напряжения желательно установить проволочный.

Стабилизатор напряжения (см. рис. 2), выполненный по компенсационной схеме, особенностей не имеет.

Регулирующий транзистор *V7* необходимо установить на теплоотвод.

При оформлении электронных часов блок питания можно выполнить отдельно и разъемом соединить со схемой.

Монтаж схемы электронных часов производится на печатных платах из двустороннего текстолита толщиной 2—3 мм. Межплатные соединения выполняются тонким, желательно многожильным монтажным проводом. Получившиеся жгуты увязывают любым из описанных в справочниках для радиолюбителей способом. Так как удобно применять двусторонние печатные платы, возникает необходимость «связать» электрически обе стороны плат. Металлизированные отверстия часто трудно выполнить без специальных приспособлений, поэтому в нужном месте сверлится сквозное отверстие, и если место необходимого соединения совпадает с выводом припаиваемой детали, например, резистора или соединительного провода, то вывод пропускают через отверстие и паяют с двух сторон. В остальных случаях для соединения используется луженый монтажный провод диаметром (0,5—0,7) мм.

Интегральные микросхемы удобнее в радиолюбительской практике монтировать не в отверстия, сверление которых вручную точно выполнить достаточно сложно, а припаиванием отогнутых под углом, близким к 90°, выводов на залуженные предварительно участки проводников печатной платы. При таком способе крепления облегчается демонтаж ИМС. Малая теплоемкость выводов и применение маломощного паяльника позволяют производить неоднократное припаивание микросхем без наблюдаемого отслаивания фольги.

УСТРОЙСТВО СИГНАЛИЗАЦИИ НЕИСПРАВНОСТИ ЛАМП УКАЗАТЕЛЕЙ ПОВОРОТА И СТОП-СИГНАЛА

Э. Шашин, Л. Шахов

Устройство сигнализации неисправности ламп предназначено к установке на любые транспортные средства для автоматического контроля за состоянием ламп ука-

зателей поворота или стоп-сигнала, в зависимости от того, к какой контролируемой системе оно подключено.

При перегорании нити накаливания или нарушении контакта в патроне одной из ламп системы указателей поворота или стоп-сигнала автоматически подается непрерывный (тональный) звуковой сигнал. После ликвидации неисправности работа устройства автоматически восстанавливается. Кроме того, оно может дублировать звуковым прерывистым сигналом мигание ламп указателей поворота, что повышает безопасность движения при высокой его интенсивности.

Устройство рассчитано на работу в автомобилях, у которых отрицательный (минусовый) вывод аккумуляторной батареи подключен к массе, при наличии в контролируемой цепи одинаковых стандартных ламп мощностью 19—25 Вт.

При выключении сигналов поворота или отпускании педали тормоза устройство обесточивается. При выходе из строя устройства указатели поворота и стоп-сигнал остаются работоспособными.

Работа устройства основана на использовании изменения силы тока в цепи питания ламп при перегорании одной из них. В качестве чувствительного элемента используется проволочный резистор. При исправных лампах сила тока, протекающего через этот резистор, достаточна для открывания электронного ключа, через который подается напряжение на звуковой генератор и выключается управляющее напряжение, необходимое для срабатывания второго электронного ключа, обеспечивающего непрерывную работу звукового генератора. Прерываемый штатным реле указателя поворота ток в цепи питания ламп обеспечивает (при желании владельца) прерывистый звуковой сигнал, дублирующий мигание ламп. При перегорании одной из ламп сила тока, протекающего через чувствительный элемент, будет недостаточной для открывания электронного ключа. Второй электронный ключ через некоторое установленное время подает сигнал на включение звукового генератора. Таким образом обеспечивается подача непрерывного звукового сигнала (помимо желания водителя) до устранения неисправности или обесточивания цепи при переводе рычажка указателей поворота в нейтральное положение либо при отпускании педали тормоза.

На рис. 1 представлена принципиальная схема устройства. На транзисторах *V1, V3* собран релаксационный мультивибратор, выполняющий функцию звукового генератора. Транзистор *V5* выполняет роль электронного ключа. На транзисторах *V8, V10* с рези-

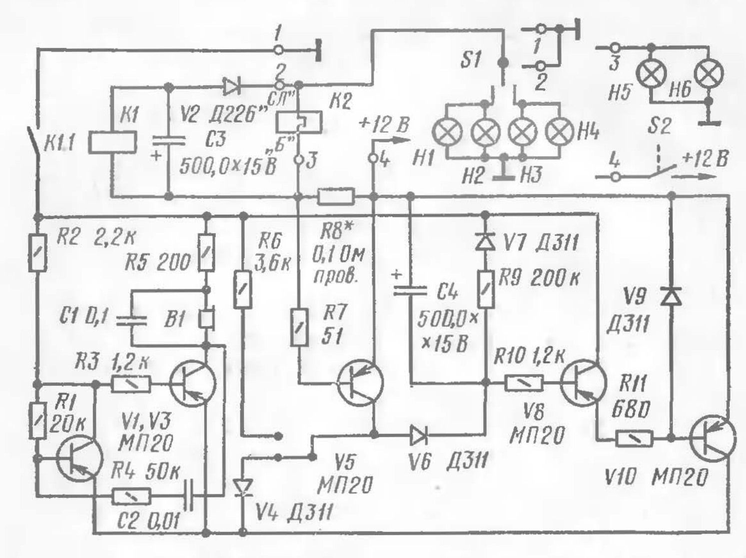


Рис. 1. Принципиальная схема устройства

сторно-емкостными элементами в цепи базы *V8* выполнен ключ с задержкой на срабатывание.

В нейтральном положении переключателя указателя поворота транспортного средства реле *K1* обесточено и его нормально разомкнутыми контактами устройство отключено от минуса источника питания. При включении переключателя поворота в одно из положений в первоначальный момент (контакты реле *K2* прерывателя указателя поворотов разомкнуты) срабатывает реле *K1*. Диод *V2* и конденсатор *C3* обеспечивают задержку на отпускание, и в дальнейшем реле *K1* остается включенным; через замкнутые контакты этого реле минус подается на схему. При замыкании контактов реле *K2* загораются лампы указателей поворота *H1—H4*. Через резистор *R8* протекает ток, обусловленный работой двух или, в случае выхода из строя, одной

лампы. При нормальном функционировании обеих ламп напряжение на резисторе *R8* достаточно для открывания транзистора *V5*. Через диод *V4* и переход коллектор-эмиттер транзистора *V5* звуковой генератор подключается к плюсовому выводу бортовой сети автомобиля. Этим обеспечивается подача звукового сигнала частотой около 1 кГц одновременно с включением ламп указателя поворота. При размыкании контактов реле *K2* лампы гаснут, напряжение на резисторе *R8* недостаточно для открывания транзистора *V5*, и звуковой генератор обесточен. В момент замыкания контактов реле *K1* конденсатор *C4* начинает заряжаться по цепи *R9V7*. Постоянная времени этой цепи выбрана таким образом, что транзистор *V8* откроется через 3—4 с после подачи напряжения —12 В. Если лампы указателей поворота и реле *K2* функционируют нормально, то транзистор *V5* открывается через каждые 0,5—1,5 с. В момент открывания транзистора *V5* происходит разряд конденсатора *C4* через диод *V6* и транзистор *V5*, и ток базы транзистора *V8* оказывается недостаточным для открывания последнего.

При перегорании одной из ламп или нарушении контакта в патроне одной из них ток, протекающий через резистор *R8*, уменьшается вдвое, что недостаточно для открывания транзистора *V5*, ток базы транзистора *V8* при заряде конденсатора *C4* возрастает, достигая через 3—4 с силы, достаточной для открывания составного транзистора *V8, V10*. Напряжение +12 В через эмиттерно-коллекторный переход транзистора *V10* подается на звуковой генератор. Этим обеспечивается непрерывная подача звукового сигнала либо до устранения неисправности, либо до перевода переключателя указателя поворота в нейтральное положение. После устранения неисправности работа устройства автоматически восстанавливается.

Диод *V9* предохраняет схему от срабатывания при действии мощных импульсных помех. Диод *V4* исключает взаимное влияние электронных ключей.

При желании исключить дублирование мигания ламп прерывистым звуковым сигналом перемычку, соединяющую аноды диодов *V4* и *V6*, необходимо перепаять в положение, при котором она соединяет анод диода *V6* с резистором *R6*.

Устройство может быть использовано для контроля исправности ламп стоп-сигнала, в этом случае перемычка должна соединять коллектор транзистора *V5* с резистором *R6*. Поскольку часто продолжительность нажатия на педаль тормоза составляет 1—3 с, то задерж-

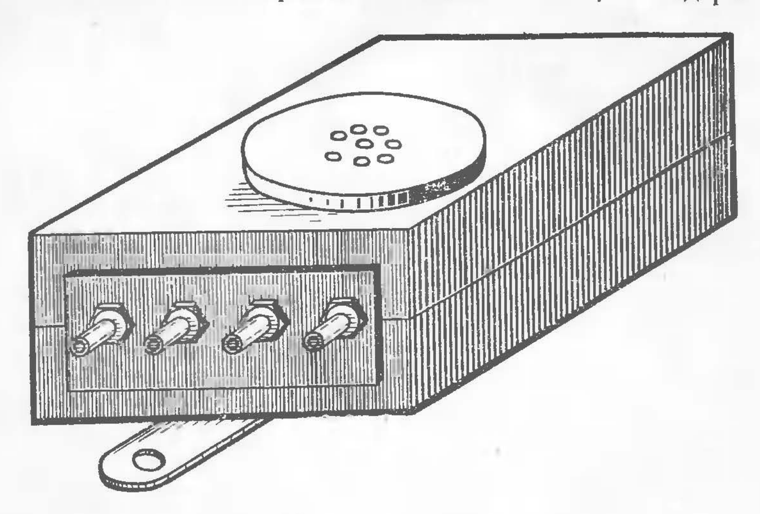


Рис. 2. Внешний вид устройства

ку срабатывания ключа *V8, V10*, определяемую постоянной времени цепи *R9C4*, следует уменьшить до 0,5—1 с изменением емкости конденсатора *C4* до 100,0—200,0 мкФ. Подключение устройства к электрооборудованию транспортного средства показано в верхнем углу схемы. При исправных лампах и включателе стоп-сигнала нажатие на педаль тормоза приводит к отпиранию транзистора *V5*, что, в свою очередь, предотвращает включение звукового генератора. При перегорании одной из ламп напряжение на резисторе *R8* недостаточно для открывания транзистора *V5*, поэтому спустя 0,5—1 с открываются транзисторы *V8, V10* и включается звуковой сигнал.

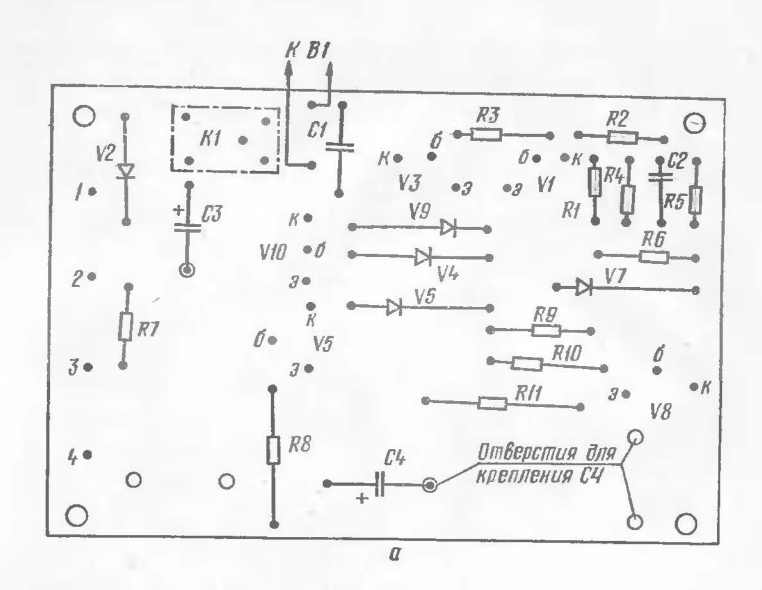
Конструктивно устройство может быть выполнено в прямоугольном пластмассовом корпусе размером 90 × × 60 × 30 мм. Внешний вид устройства показан на рис. 2. Корпус состоит из двух одинаковых половинок, к одной из которых крепится электродинамический капсюль и переключатель. С одной стороны торца корпуса выпиливается прямоугольное окно с таким расчетом, чтобы по периметру торца оставалось по 5—8 мм. В это окно крепится разъем, который изготавливается из листового изоляционного материала (например, текстолита) толщиной 1,5—2 мм. Сначала изготавливается прямоугольная пластинка размерами, равными размерам вырезанного окна, затем две одинаковые пластинки, каждая сторона которых на 6—10 мм больше сторон первой пластины. В пластинах, сложенных вместе так, чтобы меньшая из них была между бóльшими, сверлятся 4 отверстия диаметром 4 мм с одинаковыми расстояниями между центрами (12—15 мм). В эти отверстия вставляются винты М4×20, которые скрепляют пластины. Под головки винтов необходимо подложить лепестки, к которым припаиваются выходные концы монтажной платы, изображенной на рис. 3. Монтажная плата может быть изготовлена печатным или навесным способом. На рисунке плата изображена как со стороны деталей, так и с обратной стороны. При выполнении платы навесным способом рисунок монтажа полностью сохраняется.

В конструкции применены распространенные радиоэлементы. Реле *K1* типа РЭС-10 (паспорт РС4.524303) может быть заменено любым реле с напряжением срабатывания 12 В и одной группой нормально разомкнутых контактов.

В качестве чувствительного элемента используется резистор *R8* сопротивлением около 0,1 Ом. Таким сопротивлением обладает отрезок манганинового провода длиной 3—4 см и диаметром 0,4 мм. Все остальные резисторы типа МЛТ-0,25. Конденсаторы *C3, C4* типа К50-3 на напряжение 15 В, *C1* и *C2* типа КМ-5 или К73-11.

Транзисторы *V1, V3, V8, V10* могут быть заменены низкочастотными маломощными транзисторами МП25, МП40, МП41 с любыми буквенными индексами. Через транзистор *V5* протекает значительный ток разряда конденсатора *C4*, поэтому в качестве замены можно использовать МП21 или ГТ321 с любыми буквенными индексами.

В качестве диодов *V2, V6* должны быть применены диоды со средним током в прямом направлении 300—



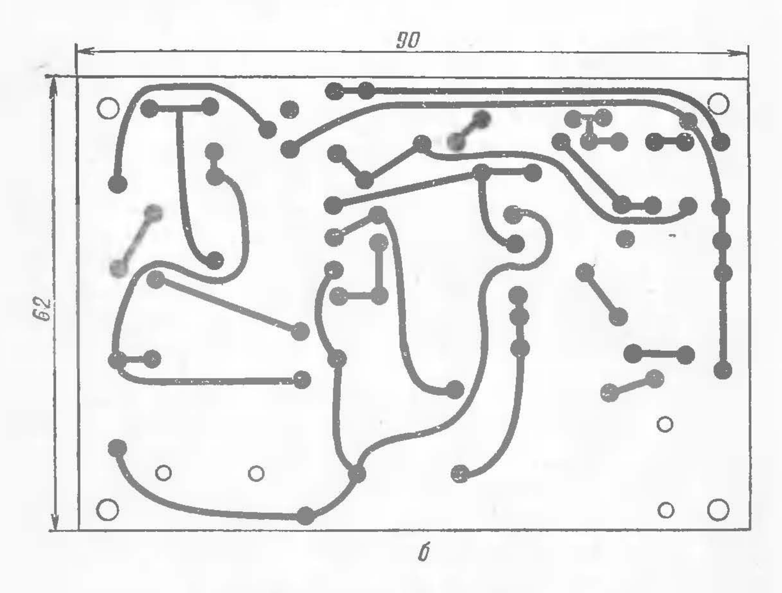


Рис. 3. Монтажная плата устройства:
а — расположение элементов на плате; *б* — печатный монтаж

400 мА, например, Д226, КД105. В качестве диодов *V4, V7, V9* использованы Д311, которые могут быть заменены на любые со средним током в прямом направлении 40—50 мА, например, Д220, Д223, КД102, КД103. В качестве телефона *B1* использован имеющий небольшие размеры электродинамический капсюль типа ТА-56М, который может быть заменен любым другим электродинамическим капсюлем с соответствующим изменением размеров конструкции.

Правильно собранная схема практически не требует настройки, за исключением подбора резистора *R8*. При замене типов транзисторов, диодов или капсюля может потребоваться подбор некоторых элементов для надежной работы устройства. Рекомендуется следующий порядок налаживания устройства.

На звуковой генератор подается постоянное напряжение около 5 В и подбирается резистор *R5*, при котором слышен звук из электродинамического капсюля. Затем с помощью элементов *R4, C1, C2* подбирается желательный тон звучания звукового генератора. Далее отключается коллектор транзистора *V10*, устройство подключается к бортовой сети автомобиля и подбирается отрезок провода (резистор *R8*), который обеспечивает открывание транзистора *V5*, а следовательно, и звучание генератора при включенных двух лампах, что соответствует току, протекающему через резистор *R8*, равному 4 А. При уменьшении тока через резистор *R8* до 2 А транзистор *V5* должен запираться. После этого коллектор *V10* снова подключается, а катоды диодов *V4* и *V6* временно отсоединяются от схемы. Подбором элементов *C4, R9, R10* устанавливается необходимое время задержки срабатывания звукового генератора с момента подачи напряжения питания. Восстанавливается схема, и производится проверка работоспособности устройства в реальных условиях.

Устройство устанавливается в салоне автомобиля в любом удобном для монтажа месте. Провод, подходящий к клемме *Б* реле-прерывателя, снимается и присоединяется к контакту *4* устройства. Контакт *3* устройства соединяется проводником с клеммой *Б* реле-прерывателя. Контакт *2* устройства соединяется с контактом *СЛ* реле *К2*, а контакт *1* — с массой автомобиля в любой ближайшей точке.

При использовании устройства как сигнализатора неисправности ламп стоп-сигнала от включателя стоп-сигнала *S2* отсоединяется провод, идущий к лампам фонарей, и подключается к контакту *3* устройства, а контакт *4* соединяется проводником с освободившимся контактом включателя стоп-сигнала. Контакты *1* и *2* подключаются к массе автомобиля.

Если оно используется как сигнализатор неисправности ламп указателя поворота, то целесообразно расположить его рядом с реле-прерывателем *К2* указателей поворота (*S1* — переключатель указателя поворота).

ЭЛЕКТРОННЫЙ АВТОСТОРОЖ

Э. Качанов

Автосторож предназначен для установки на автомобилях с «минусом» на массе и имеющих реле включения звуковых сигналов, например «Жигули» ВАЗ-2103. Использовать автосторож на автомобилях других марок (Москвич-408, 412, ВАЗ-2101, ВАЗ-2102 и др.) можно, установив реле включения звуковых сигналов. В качестве реле лучше всего использовать автомобильные реле РС-528, РС-527. На автомобилях «Москвич», оборудованных звуковыми сигналами типа С44, можно использовать реле РЭС-6, паспорт РФ0.452.107.

Автосторож (рис. 1) подключается к контактам кнопочного выключателя лампы *H1* освещения салона, расположенного в дверном проеме кузова автомобиля. При всякой попытке открытия любой из дверей автомобиля посторонним лицом, автосторож включает звуковой сигнал, который звучит прерывисто, импульсами. В схеме предусмотрена временна́я задержка включения звукового сигнала, позволяющая владельцу автомобиля покинуть автомобиль и выключить автосторож при возвращении в автомобиль. Время звучания звукового сигнала, т. е. пакета звуковых импульсов, ограничено 30—40 с, после чего сигнал автоматически отключается, что предохраняет сигнал от выхода из строя, а аккумуляторную батарею — от нежелательного разряда, и автосторож снова готов к работе. При установке кнопочного выключателя, аналогичного дверному, в багажнике автомобиля и задействованного на крышку багажника автосторож будет включать сигнал тревоги при попытке проникнуть в багажник автомобиля.

Принципиальная схема автосторожа, представляющего собой импульсное устройство, показана на рис. 1.

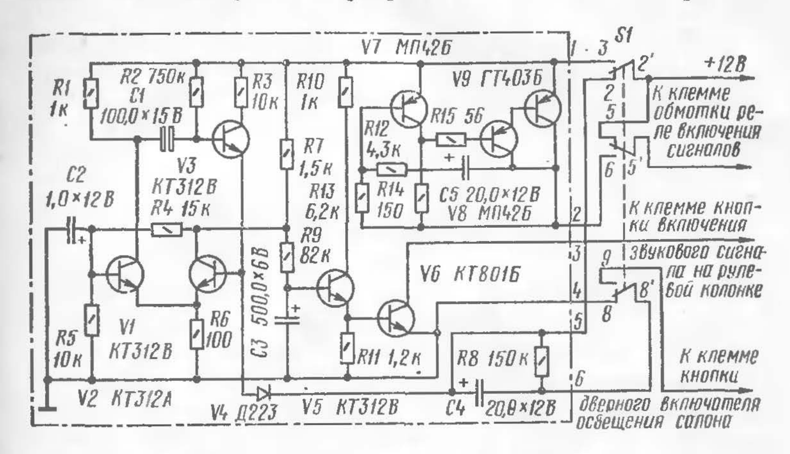


Рис. 1. Принципиальная схема автосторожа

Он состоит из ждущего мультивибратора (одновибратора), выполненного на транзисторах *V1—V3*, электронного ключа на транзисторах *V5, V6* и мультивибратора на транзисторах *V7—V9*, обеспечивающего прерывистое (импульсное) звучание звукового сигнала.

В исходном состоянии контакты переключателя *S1* 2′—2 и 8′—8 замкнуты, конденсатор *C4* подключен к источнику питания (аккумуляторной батарее) и заряжен до напряжения питания. Устройство находится в обесточенном состоянии. При переводе переключателя в другое положение контакты 2′—3 и 8′—9 замыкаются, а контакты 2′—2 и 8′—8 размыкаются. Конденсатор *C4* отсоединяется от источника питания, а устройство подключается к источнику питания. Ждущий мультивибратор находится в устойчивом состоянии. Транзистор *V1* закрыт, транзистор *V2* открыт, так как на его базе положительное относительно эмиттера напряжение (около 0,6 В). Транзисторы *V5* и *V6* также закрыты, и обмотка реле (на схеме не показано) обесточена.

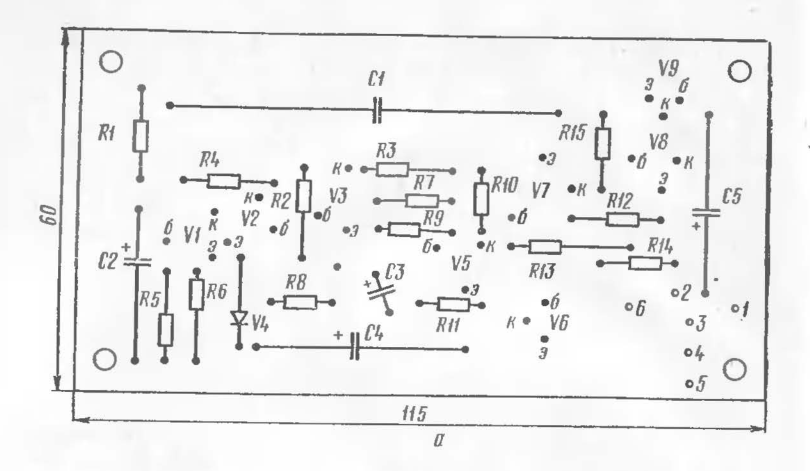
Состояние это сохраняется до тех пор, пока потенциал на базе транзистора *V2* не понизится и транзистор не закроется. Это становится возможным после полного разряда конденсатора *C4* через резистор *R8*, что создает временну́ю задержку запуска ждущего мультивибратора и включения звукового сигнала, позволяющую владельцу покинуть автомобиль после включения автосторожа, т. е. при переводе переключателя в другое положение. Время задержки определяется постоянной времени полного разряда цепи *C4 R8* и приблизительно равно

$$\tau \approx 5CR.$$

После разряда конденсатора *C4* при открытии любой из дверей автомобиля, т. е. замыкании контактов кнопки диод *V4* открывается, потенциал на базе транзистора *V2* резко снижается, транзистор *V2* закрывается. Одновременно через цепь положительной обратной связи (делитель *R4, R5*) открывается транзистор *V1*. Скачкообразное изменение напряжения на коллекторе транзистора *V1* приводит к запиранию транзистора *V3*. Мультивибратор переходит в неустойчивое состояние. Вслед за отпиранием транзистора *V1* откроется транзистор *V5* с запаздыванием, которое определяется постоянной времени заряда цепи *R9C3*, позволяющей владельцу автомобиля отключить автосторож переключателем *S1* до включения звукового сигнала. Когда конденсатор *C3* зарядится через резистор *R9* до напряжения, равного 1,2 В, транзистор *V5* откроется. При данных номиналах элементов время задержки составляет около 6 с. Одновременно с отпиранием транзистора *V5* открывается транзистор *V6*, обмотка реле (на схеме не показана) и мультивибратор (включенные последовательно) подключаются к источнику питания. Реле начинает периодически включать звуковой сигнал с частотой, определяемой постоянной времени *R12C5* мультивибратора, в течение времени регенерации, т. е. времени возвращения ждущего мультивибратора в свое устойчивое состояние. Неустойчивое же состояние мультивибратора независимо от положения контакта кнопочного выключателя (на схеме не показан) двери сохраняется до тех пор, пока конденсатор *C1* не перезарядится через резистор *R2* до напряжения 1 В. Тогда транзисторы *V2* и *V3* откроются, а *V1* закроется и мультивибратор возвратится в свое устойчивое состояние. Вследствие резкого уменьшения потенциала на коллекторе *V2*, конденсатор *C3* разряжается через транзистор *V5* и резистор *R11*. Транзисторы *V5, V6* запираются, и подача звукового сигнала прекращается. Схема снова готова к сигнализации.

Автосторож собирается на плате из фольгированного стеклотекстолита. Топология платы и схема сборки показаны на рис. 2. Резисторы МЛТ, конденсаторы *C2—C5* К50-3 или К50-12. Конденсатор *C1* — типа ЭТН или К50-15 неполярный. В крайнем случае можно применить полярный конденсатор, подключив его положительной обкладкой к коллектору транзистора *V1*. Использовать в конструкции конденсаторы К50-6 не рекомендуется ввиду их низкой холодоустойчивости (до —10° С). Переключатель *S1* галетный малогабаритный ПГ2-21-2П4Н. Нумерация контактов на схеме приведена для данной марки переключателя. При отсутствии переключателя данной марки можно использовать галетный переключатель ПГК-2П4Н или два тумблера, например, ТП1-2 и ТВ2-1, либо сблокировав их переключение, либо переключая раздельно. Так как автосторож будет эксплуатироваться на автомобиле, т. е. в условиях повышенной вибрации, то монтаж деталей следует вести, тщательно закрепляя их на плате. После сборки плату следует целиком покрыть влагозащитным лаком окунанием либо краскораспылителем. Подключение автосторожа в электросхему автомобиля следует производить гибким многожильным монтажным проводом (например, МГШВ).

Налаживание схемы в основном сводится к подбору номиналов резисторов *R2, R9*. Подбором резистора *R2* устанавливается желаемое время звучания звукового сигнала. При включенном реле и заряженном конденсаторе *C3* подбирают максимальное значение резистора *R9* (для этой цели рекомендуется впаять для подбора переменный резистор, заменив его после определения нужного номинала постоянным резистором ближайшей меньшей стандартной величины, если это значение не совпадает со стандартным), при котором реле еще срабатывает, что необходимо для создания временно́й задержки включения звукового сигнала 5—8 с для того, чтобы владелец успел отключить автосторож



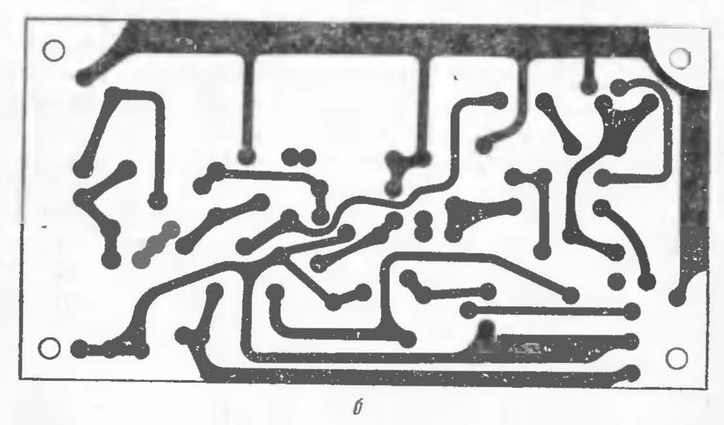


Рис. 2. Монтажная плата:
а — расположение элементов на плате: *б* — печатный монтаж

переключателем *S1* при возвращении в автомобиль. Время задержки определяется постоянной времени заряда цепи *R9C3*. Сопротивление резистора *R9* зависит от конкретных значений коэффициента передачи по току транзисторов *V5, V6*. Подбором емкости конденсатора *C5* и сопротивлений резисторов *R12* и *R13* мультивибратора устанавливается желаемая частота и скважность включения реле (т. е. звуковых сигналов).

Монтировать автосторож следует в салоне автомобиля, лучше всего за приборной панелью. Переключатель *S1* устанавливается в любом удобном и малозаметном месте.

Назначение контактов 5′—5—6 переключателя *S1*— подключать плюсовой вывод обмотки реле включения сигналов к выходу мультивибратора в ждущем режиме работы автосторожа для получения прерывистого сигнала тревоги при срабатывании автосторожа.

УСТРОЙСТВО ЭЛЕКТРОННОГО ЗАЖИГАНИЯ

Б. Крутаков

В последнее время в системах зажигания карбюраторных двигателей широко применяются электронные устройства, выпускаемые промышленностью или изготавливаемые автолюбителями. Среди них можно выделить устройства с использованием тиристоров, позволяющие максимально реализовать преимущества электронного зажигания по сравнению с обычным. Однако при повторении таких устройств автолюбители сталкиваются с трудностью изготовления специального трансформатора.

Предлагаемая принципиальная схема (рис. 1) электронного зажигания не содержит трансформатора, но благодаря ускорению прерывания тока через катушку зажигания увеличивает мощность искры в свече зажигания, разгружает контакты прерывателя, обеспечивает пуск двигателя при понижении напряжения питания устройства, т. е. обладает теми же положительными качествами, что и тиристорные схемы зажигания.

Устройство имеет четыре внешних вывода. Вывод *Б* служит для соединения с клеммой *16* катушки зажигания Б117-А без отключения от нее провода, идущего к замку зажигания. Этот вывод обеспечивает питание устройства напряжением +12 В. Вывод *1* подключается ко второй клемме низкого напряжения катушки зажигания, обозначенной индексами *1* или *0*, а провод, идущий к прерывателю системы зажигания, снимается с этой клеммы и подводится к клемме *П* электронного

зажигания. Таким образом, катушка зажигания включается параллельно выводам *Б* и *1*, а вывод *П* соединяется с контактами прерывателя. Конденсатор прерывателя-распределителя, подключенный параллельно этим контактам, обязательно должен быть отключен. Вывод *М* связан с массой автомобиля (—12 В).

В устройстве имеется переключатель *S1*, позволяющий перейти с электронного зажигания (положение

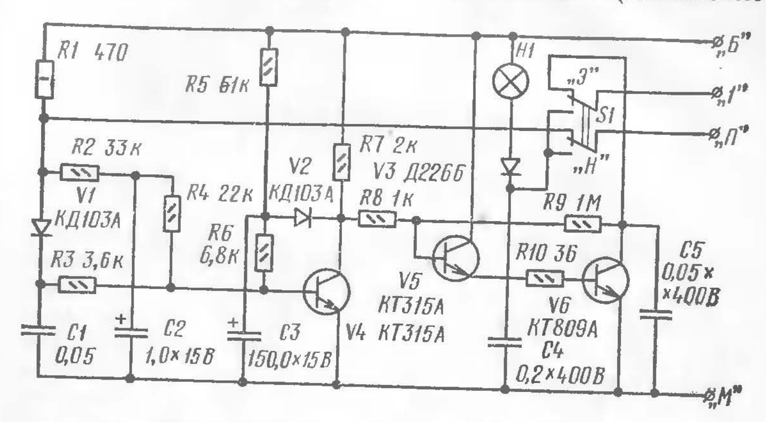


Рис. 1. Принципиальная схема устройства

«*Э*») на обычное (положение «*Н*») (на схеме этот переключатель показан в первом положении).

Рассмотрим работу электронного зажигания, начиная с момента включения зажигания.

Если в момент включения зажигания (стартер пока не включен) контакты прерывателя окажутся разомкнутыми (вывод *П* этими контактами не подключен к массе *М*), то будет протекать ток по цепи *Б, R1, V1, R3*, база-эмиттер транзистора *V4, М*. В этом случае транзистор *V4* будет открыт, а транзисторы *V5* и *V6* — заперты. Потребление тока незначительное (порядка 10 мА). Если контакты прерывателя окажутся замкнутыми (вывод *П* контактами подключен к массе *М*), то ток силой около 25 мА от контакта *Б* катушки зажигания потечет через резистор *R1* и контакты прерывателя. Транзистор *V4* будет заперт, а транзисторы *V5* и *V6* благодаря этому открыты. Через катушку зажигания и включенный последовательно с ней транзистор *V6* потечет ток,

достигающий 3,5—4 А. С момента включения зажигания через резистор *R5* начнет заряжаться конденсатор *С3*. Диод *V2* при этом заперт положительным напряжением на катоде, снимаемым с коллектора транзистора *V4*. Как только конденсатор *С3* зарядится до напряжения, обеспечивающего силу тока базы транзистора *V4*, равную 0,1 мА, последний приоткрывается, а транзисторы *V5* и *V6* запираются, и ток через катушку зажигания практически не протекает. Время заряда конденсатора *С3* до указанного напряжения составляет примерно 2 с. Сила потребляемого тока уменьшается с 3,5—4 А до 30 мА. В таком состоянии устройство будет находиться до начала пуска двигателя.

Во время пуска двигателя от стартера или при проворачивании коленчатого вала заводной рукояткой первое же размыкание контактов прерывателя полностью открывает транзистор *V4*, конденсатор *С3* быстро разряжается через диод *V2* и транзистор *V4*. Следующее за размыканием контактов прерывателя их замыкание вызывает запирание транзистора *V4* и открывание транзисторов *V5, V6*. Сила тока в катушке зажигания возрастает до 3,5—4 А, катушка накапливает энергию. Конденсатор *С3* не успевает зарядиться и приоткрыть транзистор *V4*, прежде чем произойдет очередное размыкание контактов прерывателя. При размыкании контактов прерывателя транзистор *V4* резко открывается током, протекающим через элементы *R1, V1, R3* и базу этого транзистора. Транзисторы *V5* и *V6* скачком запираются, разрывая цепь протекания тока через катушку зажигания. В катушке зажигания возникает импульс напряжения, амплитуда которого достигает 360—380 В. Для ограничения этого напряжения, способного вывести из строя транзистор *V6* (его рабочее напряжение $U \leqslant 400$ В), предусмотрен резистор *R9*, через который при напряжении на коллекторе $U > 350$ В начинает протекать ток по цепи *R9, V5, R10, V6, М*, способный приоткрыть транзистор *V6*. Протекание тока через транзистор *V6* снижает напряжение на его коллекторе.

Несмотря на малую скорость размыкания контактов прерывателя при пуске двигателя, благодаря большому коэффициенту усиления транзисторов, обеспечивается высокая скорость прерывания тока, а следовательно, большая амплитуда напряжения на катушке зажигания

и мощная искра в свечах зажигания. Этим достигается легкий пуск двигателя от стартера или от рукоятки.

При работе двигателя происходит периодическое размыкание и замыкание контактов прерывателя. При этом длительность замкнутого состояния контактов почти в 1,5 раза превышает длительность их разомкнутого состояния. Кроме того, время, в течение которого контакты прерывателя замкнуты, при малых и средних скоростях вращения коленчатого вала двигателя значительно превышает время нарастания тока в катушке зажигания, в течение которого она запасает энергию, а дальнейшее протекание тока через нее и транзистор *V6* ведет к напрасной трате энергии и рассеиванию ее на транзисторах *V5* и *V6*. Чтобы уменьшить потерю энергии и облегчить режим работы транзисторов, в схему введены резисторы *R2*, *R4* и конденсатор *C2*.

В течение времени, когда контакты прерывателя разомкнуты, конденсатор *C2* заряжается через резисторы *R1* и *R2*. Чем дольше разомкнуты контакты (чем меньше скорость вращения коленчатого вала двигателя), тем до бо́льшего напряжения он заряжается. После замыкания контактов прерывателя транзистор *V4* должен был бы запереться, а транзисторы *V5* и *V6* открыться, но конденсатор *C2* начинает разряжаться через резистор *R4* (частично и через резистор *R2*) и базу транзистора *V4*. Транзистор *V4* удерживается в открытом состоянии до тех пор, пока конденсатор *C2* не разрядится (ток базы транзистора *V4* не станет меньше 0,05 мА). Запирание транзистора *V4* по мере разряда конденсатора вызывает отпирание транзисторов *V5*, *V6* и нарастание силы тока в первичной обмотке катушки зажигания, которое успевает закончиться к моменту размыкания контактов, что необходимо для получения мощной искры в свечах зажигания. Таким образом, конденсатор *C2* задерживает отпирание транзистора *V6* относительно момента замыкания контактов и тем самым значительно уменьшает среднее значение силы тока, протекающего через катушку без ущерба формированию мощной искры в свечах зажигания.

По мере возрастания скорости вращения коленчатого вала двигателя сокращается время замкнутого и разомкнутого состояний контактов прерывателя. При этом конденсатор *C2* заряжается до меньшего напряжения, а следовательно, при разряде его напряжение быстрее падает до уровня, необходимого для запирания транзистора *V4* и отпирания транзисторов *V5* и *V6*. Задержка отпирания транзистора *V6* уменьшается.

При больших скоростях вращения время замкнутого состояния контактов прерывателя почти равно времени нарастания тока в катушке зажигания. В этом случае конденсатор *C2* за время разомкнутого состояния контактов не успевает заряжаться до напряжения, способного удерживать транзистор *V4* в открытом состоянии. Задержки в отпирании транзистора *V6* не происходит.

Таким образом, схема задержки отпирания транзистора *V6* (*R2*, *C2*, *R4*) независимо от времени замкнутого состояния контактов прерывателя (скорость вращения двигателя) автоматически перед моментом размыкания контактов прерывателя открывает (через транзисторы *V4* и *V5*) транзистор *V6* на время, достаточное для накопления необходимой энергии в катушке зажигания. За счет этого среднее значение силы тока, потребляемого системой зажигания при малых скоростях вращения, уменьшена с 2 до 0,9 А, а при больших — с 1 до 0,7 А. Это облегчает тепловой режим работы транзисторов *V5*, *V6* и повышает надежность схемы.

Для того чтобы иметь возможность быстро перейти с электронного на обычное зажигание в случае отказа электронной схемы или необходимости установки момента зажигания, а также для индикации включения обычного зажигания и сравнения его работы с электронным, в схему введены лампа *H1* (24 В, 105 мА), диод *V3*, конденсатор *C4* и переключатель *S1*.

При установке переключателя *S1* в положение *«Н»* вывод *1* подключается к выводу *П* и к конденсатору *C4*, т. е. восстанавливается схема обычного зажигания. В этом случае в момент замыкания контактов ток протекает не только через катушку зажигания, но и через лампу *H1*, диод *V3*. Загорание лампы указывает на момент замыкания контактов и их исправную работу. Диод *V3* необходим для того, чтобы в момент образования искры, когда к выводу *1* приложено высокое положительное напряжение (амплитуда импульса достигает 300 В), лампа *H1* не шунтировала катушку зажигания.

Опыт эксплуатации показал, что необходимость в переходе на обычное зажигание возникает крайне редко. Поэтому в упрощенном варианте устройства элементы *H1, V3, C4* и *S1* можно исключить из схемы, соединив вывод *1* непосредственно с коллектором транзистора *V6*, а вывод *П* — с общей точкой резисторов *R1* и *R2*.

Назначение других элементов, не упоминавшихся при описании схемы, следующее. Диод *V1*, конденсатор *C1* и резистор *R3* служат для устранения влияния дребезга контактов на работу схемы. Резистор *R3* одновременно ограничивает ток базы транзистора *V4* (увеличение сопротивления резистора *R1* может снизить надежность замыкания контактов прерывателя). Резистор *R3* исключает протекание тока обратной связи через открытый транзистор *V4* во время ограничения напряжения на коллекторе транзистора *V6*. Кроме того, в момент включения зажигания после заряда конденсатора *C2* при приоткрытом транзисторе *V4* этот резистор практически исключает ток базы транзистора *V5*. Резистор *R10* ограничивает коллекторный ток транзистора *V5* и обеспечивает небольшую отрицательную обратную связь по току, уменьшая влияние напряжения сети на амплитуду напряжения катушки зажигания. Подбором величины сопротивления *R10* можно изменять амплитуду импульсного напряжения на катушке зажигания. Но при этом следует учитывать, что сила максимально допустимого тока транзистора *V5* не превышает 100 мА. В данном устройстве ее среднее значение не более 50—60 мА. Конденсатор *C5* шунтирует транзистор *V6* по переменной составляющей тока катушки зажигания.

К о н с т р у к ц и я. Устройство электронного зажигания оформлено в виде плоского кожуха из теплостойкой пластмассы, в котором расположены радиатор транзистора *V6* и элементы принципиальной схемы. Кожух с помощью двух хомутов прижимается к цилиндрической поверхности корпуса катушки зажигания. Из кожуха выходят три провода с наконечниками, подключаемыми к клеммам *Б, 1 (0)* катушки зажигания и к массе автомобиля. Вывод *П* выполнен в виде разъемного винтового соединения (клеммы) на кожухе, провод от которого идет к прерывателю. Такая конструкция

позволяет быстро восстановить заводскую конструкцию системы зажигания.

Площадь прямоугольного ребристого радиатора транзистора *V6* примерно равна площади осевого сечения цилиндрической части катушки зажигания. На плоской стороне радиатора вдоль длинных сторон его закреплены две монтажные планки с лепестками, к которым припаяны элементы схемы, за исключением переключателя *S1*, лампы *H1* и конденсатора *C4*.

Эти детали, если они сохраняются в схеме, закрепляются внутри кожуха на короткой (верхней) его стенке. Со стороны, прижимаемой к катушке зажигания, кожух может быть открытым, важно только исключить касание ребер радиатора транзистора *V6* с корпусом катушки зажигания. Для этого радиатор утапливается в кожух на необходимую глубину и крепится к кожуху четырьмя винтами.

В устройстве используются резисторы МЛТ или МТ, конденсаторы МБМ или БТ (*C1, C4, C5*) и К50-3 (*C2* и *C3*) на напряжение 15 В.

Диоды *V1* и *V2* могут быть заменены на КД105 с любым буквенным индексом или на Д220 (любой индекс), и Д310—Д312 (любой индекс). Вместо диода *V3* (Д226Б) можно применить КД105Б, КД105В.

Транзисторы *V4, V5* (КТ315А) могут быть заменены на КТ312А, а вместо высоковольтного транзистора *V6* можно использовать транзисторы КТ704 с любым буквенным индексом.

Н а л а ж и в а н и е у с т р о й с т в а. Для проверки исправности устройства на автомобиле необходим амперметр с пределом измерения силы тока 5 А. Амперметр включается между проводом, идущим от замка зажигания к клемме катушки *Б(16)*, к которой должен остаться подключенным вывод *Б* устройства электронного зажигания. В момент включения зажигания при исправном устройстве амперметр должен показать бросок тока до 3—4 А, а затем сила тока должна быстро уменьшиться почти до нуля (30 мА). Если броска тока нет, то необходимо провернуть коленчатый вал, так как контакты прерывателя могли оказаться разомкнутыми. При отсутствии броска тока следует проверить правильность подключения устройства или искать

неисправность в схеме электронного зажигания (проверить монтаж и исправность транзисторов).

После пуска двигателя убедиться, что сила потребляемого тока при малых скоростях вращения двигателя не превышает 1 А, а при увеличении скорости до 4000—5000 об/мин снижается до 0,7 А. При этом через контакты прерывателя течет ток, среднее значение которого не превышает 30 мА. При изменении напряжения питания от +7 до +15 В амплитуда импульса напряжения на первичной обмотке катушки зажигания изменяется от 280 до 380 В.

При установке устройства на автомобиль не требуется дополнительных регулировок системы зажигания.

При отсутствии амперметра можно в качестве индикатора использовать лампу от фары, которая при включении зажигания или проворачивании коленчатого вала двигателя должна вспыхивать и быстро гаснуть.

Предлагаемое устройство электронного зажигания надежно работает на автомобиле «Жигули» уже несколько лет в различных климатических условиях. Оно позволяет легко пустить холодный двигатель как от стартера, так и от рукоятки.

ТРЕХПОЛОСНЫЙ СТЕРЕОУСИЛИТЕЛЬ И ПРОБЛЕМА КОНСТРУИРОВАНИЯ ГРОМКОГОВОРИТЕЛЕЙ С ЛИНЕЙНЫМИ ФАЗОВЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Ю. Макаров

Трехполосный стереоусилитель [7] усовершенствован автором. Схема одного канала представлена на рис. 1. Чувствительность по входу приведена к требованиям ГОСТа и составляет 250 мВ, для чего несколько снижено усиление во всех полосах.

Изменена схема включения регулятора баланса. Резистор *R15* (470 кОм, тип А) установлен в цепи управляющей сетки лампы *V2.1* одного канала. В цепи сетки лампы *V2.2* другого канала включен постоянный резистор сопротивлением 330 кОм. Включение регулятора баланса в цепь катода дает глубокое регулирование, но при регулировке слышен шум, так как через потенциометр протекает анодный ток лампы, а контакт движка с резистивным слоем непостоянен. Предлагаемая схема регулировки не создает помех, но имеет меньшую глубину регулирования.

Для упрощения изготовления и настройки УНЧ устранены некоторые детали, а также изменены параметры цепей ООС. Лампа *V3* включена по схеме катодного повторителя.

Выпрямитель собран по мостиковой схеме для каждого канала на диодах *V19—V26* (Д226).

Тип деталей не имеет принципиального значения. Методика настройки УНЧ прежняя.

Слушать музыкальную программу на стереотелефоны можно, изготовив резисторный смеситель сигналов полос НЧ, СЧ и ВЧ в однополосный сигнал по схеме, изображенной на рис. 2. Вход смесителя подключается

V1, V2, V3, V4, V5, V10, V11, V12, V15, V16 6Н3П

V6, V7, V8, V9, V13, V14, V17, V18 6П14П

R5 33 к
R6 24 к
R7 22 к
R8 15 к
R9 5 к
R10 3 к
R11 2 к
R12 1 к
R13 500
R14 270

V19—V22 Д226

V23—V26 Д226

Рис. 1. Принципиальная схема усилителя (одного канала)

Продолжение рис. 1

через штепсельный разъем к выходу УНЧ (*X6, X7*). Стереотелефоны подключаются к разъему *X8* смесителя. Установочные потенциометры *R1—R6* сопротивлением 5—10 Ом служат для подбора пропорций сигналов полос применительно к конкретным телефонам. После настройки могут быть заменены на постоянные резисторы.

Процесс настройки смесителя следующий. К разъему *X8* смесителя подключается эквивалент нагрузки теле-

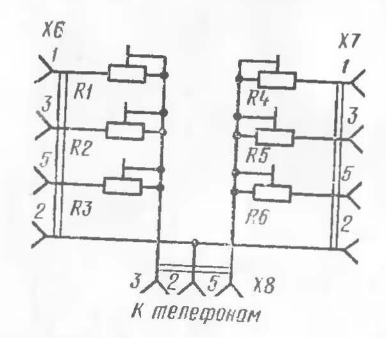


Рис. 2. Принципиальная схема смесителя

фонов, а смеситель — к разъемам *X6* и *X7* УНЧ. Все регуляторы УНЧ устанавливаются в средние положения. На вход УНЧ последовательно подаются сигналы с частотами 100, 1000 и 10 000 Гц. На эквиваленте нагрузки телефонов электронным вольтметром замеряется амплитуда сигнала каждой частоты. При неравенстве амплитуд их нужно привести к одному уровню подстроечными потенциометрами *R1—R6*. После этого можно снять АЧХ смесителя во всем диапазоне частот, подавая сигналы на вход уже настроенного УНЧ.

Настройка УНЧ и смесителя преследует цель получения ровной АЧХ электрического тракта в диапазоне 20—20 000 Гц. Для получения линейной АЧХ по звуковому давлению необходимо изготовить такие АС, в которых головки имели бы равную отдачу на всех частотах. Только в этом случае линейная передача сигнала усилителем обеспечит столь же линейное звуковое давление, создаваемое головками АС. Звуковое давление в домашних условиях измерить трудно, но можно и нужно. Методика измерений освещена в литературе [1]. Конструирование низкочастотного звена АС описано в [4].

Трехполосный УНЧ позволяет избавиться от разделительных фильтров в АС, улучшить согласование УНЧ с головками, уменьшить частотные, нелинейные и фазовые искажения. Трехполосный УНЧ обеспечивает одинаковую с однополосным УНЧ громкость при меньшей мощности усилителей полос.

Однако никакого физического чуда ожидать не следует. В каждой полосе используются усилители достаточно малой мощности [7], которые необходимо нагружать на чувствительные головки. Особенно это касается НЧ полосы. Именно поэтому применение компрессионных головок нежелательно. Однополосные традиционные УНЧ для того и конструируются с повышенными мощностями, чтобы иметь возможность регуляторами тембра поднимать усиление по краям звукового диапазона, если низок КПД головок. Для трехполосного УНЧ наилучшими являются головки 6ГД2, 4ГД8Е, 2ГД36. В каждую АС следует устанавливать по две штуки каждого типа, соединяя их между собой последовательно. С каждой группой головок желательно включить последовательно потенциометр сопротивлением 10—30 Ом для подстройки «на слух».

В областях конструирования АС найдено множество оригинальных решений, значительная часть которых касается технологии изготовления головок. Радиолюбители смогут применить на практике только разработки, касающиеся совершенствования ящиков АС с целью линеаризации фазовой характеристики громкоговорителя. Электрическое фазирование головок АС является разумеющимся при изготовлении АС. Фазирование акустическое — это также необходимое мероприятие для адекватного преобразования электрического сигнала в звуковой.

На рис. 3 показано традиционное размещение головок на фронтальной доске АС. Очевидно, что геометрическое смещение Δl СЧ и ВЧ головок относительно НЧ головки вызовет неодновременный приход компонентов звука сложного спектра к слушателю. Оценим влияние этой неравномерности.

Рассмотрим сначала простой случай, когда к головкам СЧ и НЧ подведен синусоидальный сигнал, близкий по частоте к частоте раздела фильтров в АС (или в трехполосном УНЧ). Будем считать, что предыдущие

звенья аппаратуры (УНЧ и фильтры) не изменили фазу сигналов, подведенных к головкам. Головка СЧ расположена ближе к слушателю. Очевидно, что звуковой сигнал, воспроизводимый СЧ головкой, достигнет слушателя раньше, чем такой же по форме сигнал от НЧ головки. Складываясь несинфазно, эти два сигнала

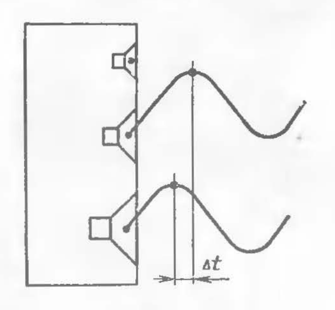


Рис. 3. Традиционное размещение головок на фронтальной доске АС

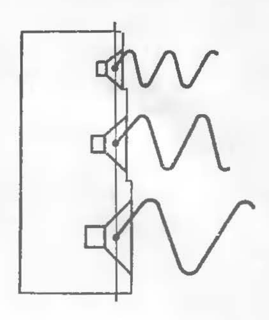


Рис. 4. Схема ступенчатой АС

создадут у слушателя неверное представление о чистоте тона, появится некоторая хриплость звучания.

Более правильным способом испытания АС будет метод возбуждения громкоговорителя сигналом прямоугольной формы. Прямоугольный импульс можно представить в виде множества синусоидальных сигналов широкого спектра частот, заполняющего этот импульс, причем все синусоиды точно сфазированы между собой. Подадим электрический прямоугольный импульс на АС. Громкоговоритель преобразует электрическую энергию импульса в механическую энергию колебаний диффузоров головок, движения которых создадут колебания частиц воздуха. Этот, уже акустический импульс можно принять измерительным микрофоном и наблюдать на экране осциллографа. Очевидно, качество АС тем лучше, чем ближе сходство форм акустического и электрического импульсов. При расположении головок по схеме, показанной на рис. 3, нельзя надеяться на точное преобразование громкоговорителем сигналов электрических в акустические. Вероятно, сдвинув СЧ и ВЧ головки на некоторое расстояние, совместив их акустические центры (центры излучения) с акустическим центром НЧ головки, можно добиться одновременного прихода к слушателю отдельных составляющих спектра импульса. Схема такой АС показана на рис. 4. Исследованиями установлено, что передача таким линейно-фазовым громкоговорителем импульсного сигнала прямоугольной формы осуществляется значительно правильнее, чем АС по схеме, изображенной на рис. 3.

Люди, обладающие музыкальным или вообще тренированным слухом, имеют повышенную чувствительность к описанным искажениям. Критерий качества звучания связан прежде всего с точностью воспроизведения переходных процессов, свойственных самим музыкальным инструментам [8]. Переходные процессы, связанные с характером нарастания и спадания звука, передают слушателю наиболее полную информацию об инструменте и особенностях игры исполнителя. Поэтому АС с фазовой коррекцией имеют лучшее звучание.

Измерения параметров АС при испытании синусоидальным или шумовым сигналом не дают реального представления об их качестве при передаче музыкальной программы. Например, если в ящик поместить около 20 маленьких головок невысокого качества с относительно высокой резонансной частотой (150 Гц), то такая система будет работать, начиная с 20 Гц. Однако подобная АС не может воспроизвести последовательность прямоугольных импульсов с частотой повторения 50—100 $с^{-1}$. Несмотря на линейность АЧХ по звуковому давлению, импульсы будут дифференцироваться и воспроизводиться в виде заостренных пиков.

Иная картина наблюдается при возбуждении такой АС синусоидальным сигналом. Расстояния между излучателями малы по сравнению с длиной излучаемой волны, поэтому каждый излучатель должен совершить работу по преодолению установившегося звукового давления, созданного всеми остальными излучателями. Эта работа значительно больше той, которую совершал бы одиночный излучатель, преодолевая лишь упругую реакцию среды (воздуха), соколеблющегося с одним диффузором. Поэтому систему таких излучателей можно уподобить одному излучателю большого диаметра, что и обеспечивает АС ровную АЧХ при стационарном сигнале (синусоида) с самых низких частот.

Однако из этого не следует, что звучание такой АС окажется удовлетворительным. Сумма посредственных излучателей принципиально не может дать высокого качества звучания, так как звуковые импульсы, возбуждаемые отдельными головками, подходят к диафрагмам других излучателей неодновременно вследствие ограниченной скорости звука и технологической неодинаковости резонансных частот головок и расстояний между излучателями. В результате звуковое поле, возбуждаемое такой АС от импульсного сигнала, будет соответствовать дифференцированному входному напряжению.

Поэтому иногда даваемые радиолюбителям рекомендации применения нескольких НЧ головок с относительно высокими резонансными частотами для замены одной качественной теоретически необоснованны.

Кроме того, в многополосных АС резонансные частоты СЧ и ВЧ головок также должны быть по возможности ниже частот разделения фильтров, чтобы не происходило дифференцирование импульсов.

Частота $f_В$, до которой работу динамической головки прямого излучения можно с некоторыми допущениями описать колебаниями поршня с площадью, равной эффективной площади диффузора, определяется [2]:

$$f_В = \frac{C}{1{,}25D}, \quad (1)$$

где C — скорость звука в воздухе 330 м/с; D — диаметр основания диффузора, м; $f_в$ — верхняя частота, Гц.

Эффективная площадь диффузора считается равной 50—58% полной площади [9]:

$$S_{эфф} = K\pi\frac{D^2}{4}, \quad (2)$$

где K=0,5—0,58.

Для нахождения акустического центра динамической головки с конусным диффузором следует заменить объем, занимаемый конусом, на равный ему объем цилиндра с площадью основания, равной эффективной площади конуса диффузора. Геометрический центр этого цилиндра и есть акустический центр головки. Это справедливо в диапазоне частот, определяемых по формуле (1).

Найдем способ определения акустического центра применительно к головкам произвольных размеров. Известно, что объем усеченного конуса (в м³) определяется:

$$V_к = \frac{\pi}{3} H_к (R^2 + r^2 + R \cdot r), \quad (3)$$

где R, r — радиусы бо́льшего и меньшего оснований, м; $H_к$ — высота усеченного конуса, м.

Объем цилиндра (в м³):

$$V_ц = S_{эфф} H_ц, \quad (4)$$

где S — площадь основания, равная $S_{эфф}$, м²; $H_ц$ — высота цилиндра, м.

Сформулированное условие отыскания акустического центра требует замены объема $V_к$ на равный $V_ц$:

$$V_к = V_ц = \frac{\pi}{3} H_к (R^2 + r^2 + R \cdot r) = S_{эфф} \cdot H_ц.$$

Очевидно, что геометрический центр цилиндра лежит на середине его высоты и является акустическим центром (рис. 5).

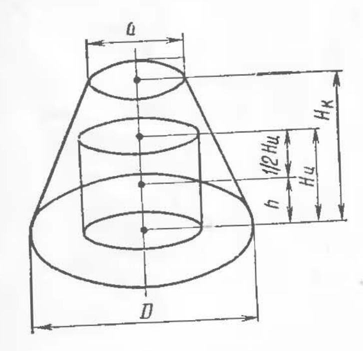


Рис. 5. К расчету акустического центра

Рис. 6. К расчету смещения головки СЧ

Расстояние от плоскости большого основания конуса диффузора до акустического центра назовем высотой акустического центра:

$$h = \frac{1}{2} H_ц = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{S_{эфф}} \cdot \frac{\pi}{3} H_к (R^2 + r^2 + R \cdot r) = \frac{1}{6} \cdot \frac{H_к}{KD^2} (D^2 + d^2 + d \cdot D), \quad (5)$$

где D и d — диаметры большего и меньшего оснований; $K=0,5—0,58$.

По формуле (5) можно найти высоту акустических центров СЧ и НЧ головок и вычислить величину смещения Δh головки СЧ для совпадения $h_{СЧ}$ и $h_{НЧ}$ (рис. 6):

$$\Delta h = h_{НЧ} - h_{СЧ}. \qquad (6)$$

Поскольку базой, от которой измеряется h, является плоскость большого основания диффузора, то для совпадения $h_{НЧ}$ и $h_{СЧ}$ нужно сместить базовую плоскость СЧ головки относительно базовой плоскости НЧ головки на величину Δh, т. е. заглубить СЧ головку внутрь АС (либо выдвинуть НЧ головку).

Обычно для уменьшения неравномерности АЧХ рекомендуют устанавливать СЧ головки так, чтобы их базовые плоскости лежали в плоскости наружной части акустического экрана ящика АС. В то же время головки НЧ обычно крепятся к внутренней плоскости этого экрана. При толщине экрана 20—25 мм еще более возрастает несовпадение $h_{НЧ}$ и $h_{СЧ}$, что увеличивает фазовый сдвиг воспроизводимых компонентов сигнала. Например, для головок 6ГД2 ($D_{эфф} \approx 200$ мм) и 4ГД7 ($D_{эфф} \approx 154$ мм) $\Delta h \approx 10$ мм $= 0,01$ м. Такое сравнительно небольшое Δh является следствием близости геометрических размеров диффузоров.

Излучение СЧ головки доходит до слушателя с запозданием:

$$\Delta t = \frac{\Delta h}{C} = \frac{0,01}{330} = 0,00003 \text{ с} = 0,03 \text{ мс}. \qquad (7)$$

С учетом толщины экрана $\Delta t \approx 0,08$ мс. Для головок 6ГД2 и 4ГД8Е ($D_{эфф} \approx 100$ мм) $\Delta h = 20$ мм и $\Delta t \approx$ $\approx 0,06$ мс, а с учетом экрана $\Delta t \approx 0,12$ мс.

Однако не следует делать ошибочный вывод, что равенство диаметров НЧ и СЧ головок улучшит АС. Увеличение $D_{эфф}$ снижает $f_В$, определяемую формулой (1). При этом возникнут трудности ее согласования в зоне совместной работы с ВЧ головкой. Частоту, на которой происходит полное подавление сигнала в зоне совместной работы головок, можно определить [6]:

$$f_п = \frac{1}{2\Delta t}. \qquad (8)$$

Например, при $\Delta t \approx 0,05$ мс для СЧ и ВЧ головок происходит спад высоких частот уже с 10 кГц.

Фазовый сдвиг, вызывающий частичное подавление некоторых частот, определяется [5]:

$$\varphi = 2\pi f \Delta t. \qquad (9)$$

Отрезок времени от момента возникновения сигнала до $t \approx 0,5—1,0$ мс наиболее существен для восприятия тембра инструментов. На этом отрезке времени отдельные частотные компоненты, суммой которых можно представить результирующую форму сигнала, жестко связаны между собой, т. е. когерентны. Акустические свойства помещения еще не сказываются на восприятии сигнала. При монофоническом воспроизведении сигналы от НЧ до СЧ головок одной АС когерентны, практически тождественны и разделены для воспринимающих их органов слуха временем Δt. Время Δt слишком мало, чтобы сигналы воспринимались как два независимых [3]. Поэтому создается один кажущийся источник звука (КИЗ), тембральное звучание которого изменяется при изменении Δt [6], что вызвано интерференцией (взаимоуничтожением отдельных спектральных составляющих сложного сигнала аналогичными по амплитуде и частоте составляющими, но противоположными по фазе). При этом звучание становится более глухим, так как интерферируют в первую очередь ВЧ компоненты. В АЧХ громкоговорителя вследствие этого появляются глубокие провалы. Кроме того, в формуле *(9)* часть звуковых компонент, излучаемых головками со сдвигом фазы менее 180°, складываются, образуя новые созвучия, которые отсутствуют в реальном источнике программы, что ощущается в виде искажений. Причем, КИЗ становится размытым, менее локализуемым [3].

При стереофоническом воспроизведении сигналы от каждой пары (НС+СЧ) головок двух АС уже не тождественны. Отличия их временных структур используются органом слуха для уменьшения интерференционных искажений суммарного сигнала, формирующего слуховое ощущение [6]. При этом инструменты оркестра звучат более естественно. Это одно из основных достоинств стереофонии (кроме возможности локализации КИЗ).

Еще более снизить интерференционные искажения можно, уменьшив Δh головок. Вычислять Δh между СЧ и ВЧ головками по формуле (6) уже нельзя, так как не будет соблюдено условие (1), т. е. ВЧ головка не может быть представлена «поршнем». Формула (5) может также служить лишь ориентиром для конструирования АС в пределах сделанных допущений (1) и (2).

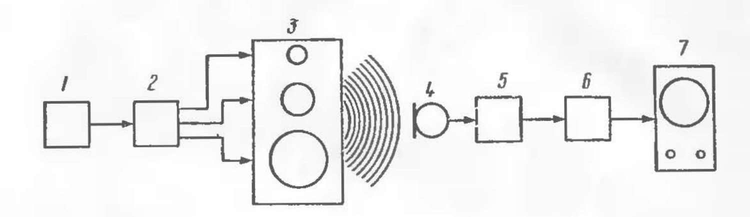


Рис. 7. Блок-схема устройства для наблюдения формы импульса при определении расположения ВЧ головки:
1 — генератор одиночных импульсов; *2* — трехполосный УНЧ; *3* — АС; *4* — измерительный микрофон; *5* — микрофонный усилитель; *6* — электронный ключ; *7* — осциллограф

Окончательное расположение СЧ и ВЧ головок по отношению к НЧ головке лучше выбирать, наблюдая форму импульса длительностью $\tau \approx 25$ мкс [3], воспроизводимого АС, по блок-схеме, изображенной на рис. 7. Электронный ключ *6* необходим для отпирания и запирания входа осциллографа на время следования импульса, чтобы устранить акустическое влияние помещения. Перемещая СЧ и ВЧ головки и наблюдая форму импульса, можно найти положение, когда отличие от подаваемого с генератора на АС прямоугольного импульса станет наименьшим. СЧ и ВЧ головки устанавливаются на верхней стенке ящика на подвижной подставке, обеспечивающей возможность независимого перемещения СЧ и ВЧ головок относительно НЧ головки.

Соединительные кабели между трехполосным УНЧ и АС должны иметь по возможности малое сопротивление постоянному току (0,1 Ом), а также малую емкость на единицу длины (15 пФ на 1 м).

ЛИТЕРАТУРА

1. Блинова Л. П. и др. Акустические измерения. М., Изд-во стандартов, 1971.
2. Бургова Е. В., Семякин Ф. В. Об эффективности излучения электродинамического громкоговорителя в области низких частот. Труды ЛИКИ, 1975, вып. 25.
3. Блауэрт Й. Пространственный слух. М., Энергия, 1979.
4. Виноградова Э. Л. Конструирование громкоговорителей со сглаженными частотными характеристиками. М., Энергия, 1978, вып. 966.
5. Дрейзен И. Г. Курс электроакустики. М., Связьиздат, 1938.
6. Ковалгин Ю. А. и др. Акустические основы стереофонии. М., Связь, 1978.
7. Макаров Ю. А. Трехполосный стереоусилитель. М., ДОСААФ, ВРЛ, № 60, 1977, ВРЛ, № 64, 1979.
8. Скучик Е. Основы акустики. М., Мир, 1976, т. I. с. 253, 277.
9. Эфрусси М. М. Громкоговорители и их применение. М., Энергия, 1976.

ЦВЕТОМУЗЫКАЛЬНАЯ УСТАНОВКА

В. Синицын

Предлагаемая цветомузыкальная установка (ЦМУ) является результатом анализа ряда подобных устройств, публиковавшихся в журнале «Радио» и сборниках «В помощь радиолюбителю». В ней реализован число-импульсный метод управления тринисторами, а также использована возможность получения каналов светокомпенсации без введения для их реализации специальных электронных устройств. При этом число светокомпенсирующих каналов равно числу основных каналов и, кроме того, получена идеальная обратная зависимость светокомпенсации. В частности, по сравнению с установкой «Ялкын» (см. «В помощь радиолюбителю», М., ДОСААФ, 1976, вып. 52), описываемая ЦМУ при значительно меньшей сложности электронной части обеспечивает бо́льший световой эффект. Как и в «Ялкын», в ней применено сближение динамических диапазонов яркости свечения ламп и уровня звукового сигнала, без введения специальных электронных устройств.

Основные данные ЦМУ: потребляемая мощность 1200 Вт; мощность одного основного канала 300 Вт;

мощность одного канала светокомпенсации 100 Вт; уровень входного сигнала 0,3—5 В.

Число-импульсный метод управления тринисторами, используемый в описываемой ЦМУ, иллюстрируется графиками, показанными на рис. 1. Для открывания тринистора на его управляющий электрод подают пачку

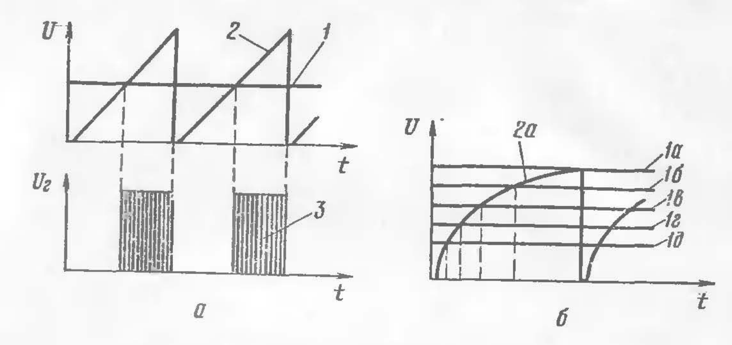


Рис. 1. Графики, иллюстрирующие число-импульсный метод управления тринисторами:
а — пачка импульсов положительной полярности: *б* — иллюстрация эффекта компрессии

коротких импульсов *3* положительной полярности (рис. 1, *а*), вырабатываемых генератором импульсов, в течение того промежутка времени, пока управляющее напряжение *1* и сравниваемое с ним на входе генератора напряжение, изменяющееся по определенному закону *2* синхронно с частотой сети переменного тока, равны.

Задав определенный закон изменения напряжения (*2а* на рис. 1, *б*), синхронизированного с частотой сети переменного тока, можно получить эффект компрессии управляющего (*1а — д*) напряжения.

Наиболее полно условию компрессии удовлетворяет экспоненциальная кривая заряда конденсатора.

Принципиальная схема ЦМУ показана на рис. 2. Сигнал звуковой частоты через регулятор уровня (потенциометр *R1*) поступает на вход блока фильтров звуковых частот ($Ф_1$, $Ф_2$, $Ф_3$) для разделения на три частотных канала. Импульсы отрицательного напряжения, выделенные диодами *V5—V7* и сглаженные конденсаторами *C4—C6*, через резисторы *R4—R6* поступают на

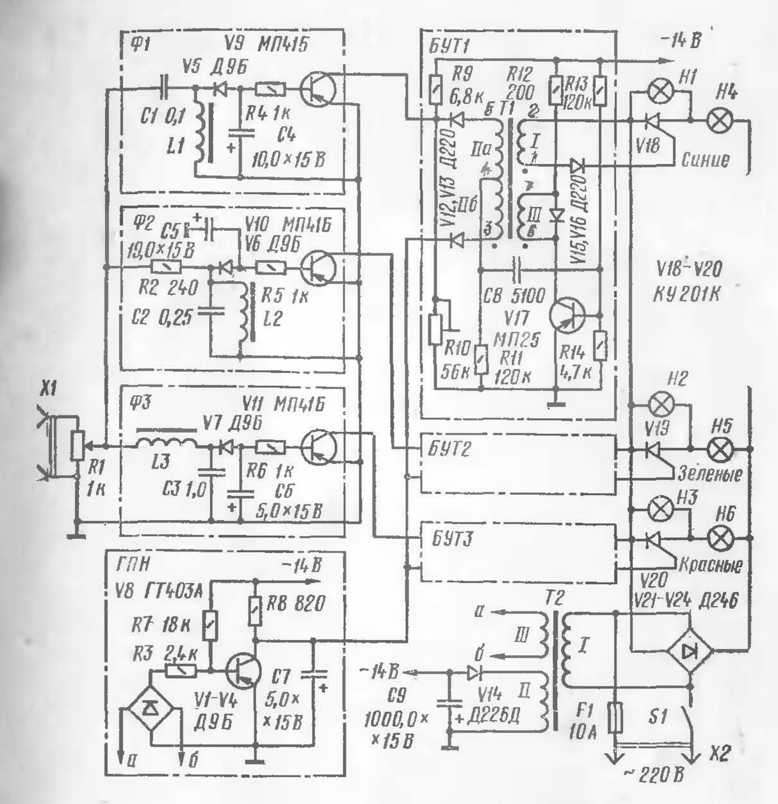


Рис. 2. Принципиальная схема ЦМУ

базы транзисторов *V9—V11*. Эти транзисторы выполняют роль регулируемых резисторов, определяющих момент срабатывания устройств сравнения в соответствующих ячейках блока управления тринисторами.

Каждая из ячеек блока управления тринисторами, например изображенная на схеме *БУТ1*, состоит из блокинг-генератора, собранного на трансформаторе *T1* и транзисторе *V17*, и устройства сравнения на диодах *V12*, *V13*, которое управляет обратной связью блокинг-генератора. На диод *V13* синхронно с частотой сети переменного тока подается напряжение, изменяющееся по экспоненциальному закону, формируемое блоком генератора пилообразного напряжения (ГПН). Это

напряжение сравнивается с напряжением на диоде *V12*, которое зависит от введенного сопротивления подстроечного резистора *R10* и сопротивления участка коллектор-эмиттер транзистора *V9* блока фильтров. В момент равенства обоих напряжеиий происходит переключение диодов: *V13* открывается, а *V12* закрывается. Таким образом, цепь обмотки *IIб* положительной обратной связи оказывается замкнутой, а цепь обмотки *IIа* отрицательной обратной связи — разомкнутой. При этом блокинг-генератор начинает вырабатывать импульсы, которые с обмотки *I* транформатора *T1* через диод *V16* поступают на управляющий электрод тринистора *V18*. Диод *V15* ограничивает выброс напряжения на обмотке *III* трансформатора, возникающий при запирании транзистора *V17*.

Начальное свечение ламп устанавливают подстроечным резистором *R10*.

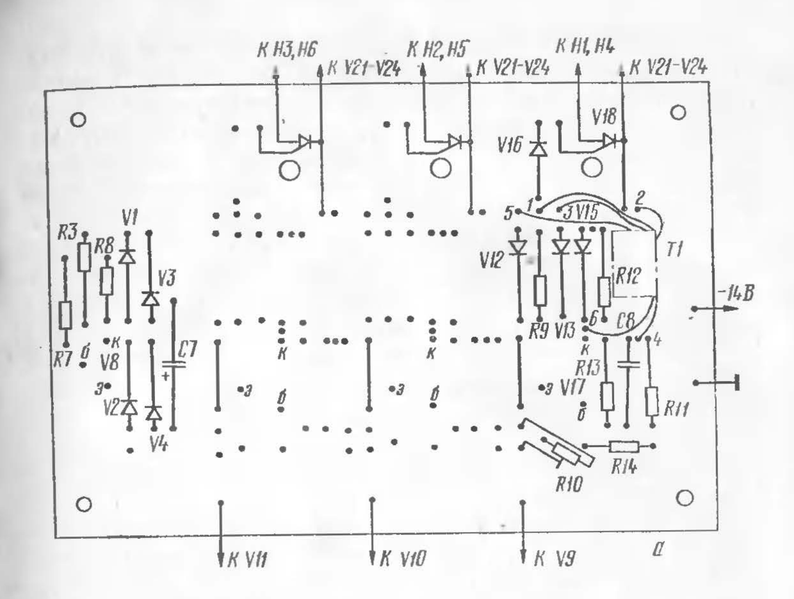
Генератор пилообразного напряжения является общим для всех ячеек *БУТ*. Он представляет собой транзисторный коммутатор. Напряжение синхронизирующей обмотки *III* трансформатора питания *T2*, выпрямленное диодами *V1—V4*, закрывает транзистор *V8*. При этом напряжение на конденсаторе *C7*, который заряжается через резистор *R8*, возрастает по экспоненциальной кривой. Постоянная времени процесса заряда *C7* определяется сопротивлением резистора *R8*. В конце каждого полупериода напряжения сети транзистор *V8* открывается током, протекающим через резистор *R7*, при этом конденсатор *C7* очень быстро разряжается практически до нуля.

Электронная часть описываемой ЦМУ смонтирована на печатных платах в корпусе размерами 265×165×90 мм. Печатные платы, трансформатор и диоды блока питания смонтированы на текстолитовой панели толщиной 3 мм.

Монтажная плата ячеек БУТ и генератора пилообразного напряжения показана на рис. 3.

Трансформатор питания *T2* намотан на магнитопроводе Ш20×25. Обмотка *I* содержит 1800 витков провода ПЭВ 0,2, обмотка *II* — 90 витков провода ПЭВ 0,41 и обмотка *III* — 40 витков провода ПЭВ 0,2.

В конструкции применены конденсаторы типа МБМ и К50-3.



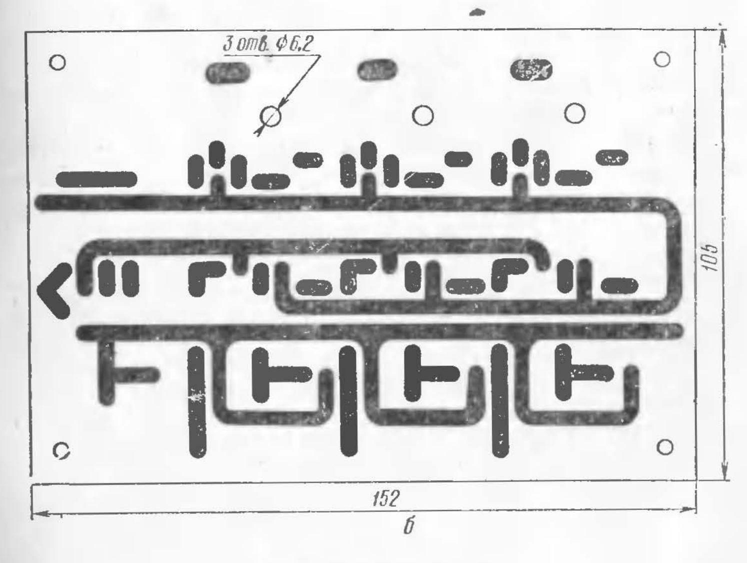


Рис. 3. Монтажная плата:
а — расположение элементов на плате; *б* — печатный монтаж

Дроссели $L1$—$L3$ намотаны на ферритовых стержнях 600НН диаметром 8 и длиной 20 мм (отрезки ферритового стержня, предназначенного для магнитной антенны) и содержат соответственно 2000, 2000 и 3600 витков провода ПЭВ-I 0,1. Они вставлены в алюминиевые корпуса стартеров ламп дневного света и залиты эпоксидной смолой.

Импульсные трансформаторы ($T1$) ячеек *БУТ* выполнены на ферритовых кольцах 1000НН типоразмера К10×7×4. Обмотки *I* и *III* содержат по 75 витков, а обмотки *IIа* и *IIб* — по 50 витков провода ПЭЛШО 0,1.

Транзистор $V8$ ГПН должен иметь статический коэффициент передачи тока $h_{21э} = 40—50$. Подстроечные резисторы — СПО-0,5.

Световая часть установки выполнена в виде четырех прожекторов, три из которых являются основными световыми каналами, и их фильтры имеют синий, зеленый и красный цвета. В них применены лампы общей мощностью 300 Вт на напряжение 220 В. Четвертый прожектор является светокомпенсационным. В нем использованы три лампы $H1$—$H3$, каждая мощностью 100 Вт на напряжение 220 В. Этот прожектор имеет желтый светофильтр.

При возможных изменениях в световой части необходимо учитывать, что мощность ламп, установленных в каждом светокомпенсационном канале, должна быть в три-четыре раза меньше суммарной мощности ламп, установленных в соответствующем основном канале.

Если детали предварительно проверены и нет ошибок в монтаже, установка начинает работать сразу после включения питания. Для корректировки формы зависимости напряжения на конденсаторе $C7$ от времени может возникнуть необходимость подобрать резистор $R7$.

ТРИГГЕРЫ НА ДИНИСТОРАХ СО СЧЕТНЫМ ВХОДОМ

В. Копанев

Рассматриваемые ниже схемы триггеров могут найти широкое применение в различных устройствах автоматики, обеспечивая при очевидной простоте принципиальных схем повышенную экономичность, так как в исходном состоянии данные схемы практически не потребляют энергии от источника питания.

Первый триггер (рис. 1) работает следующим образом. В исходном состоянии динистор $V1$ закрыт, поскольку напряжение питания выбрано меньше напряжения включения динистора. Первый отрицательный входной импульс через конденсатор $C1$ и нормально замкнутые контакты *1* и *3* реле $K1$ поступает на катод динистора $V1$ и открывает его. Реле $K1$ срабатывает, включая нагрузку и замыкая нормально разомкнутые контакты *1* и *2*. Поэтому второй отрицательный входной импульс поступит на анод динистора и закроет его, реле выключится, и схема вернется в исходное состояние. Таким образом, на аноде динистора вырабатывается один импульс на каждые два входных, т. е. данное устройство является триггером со счетным входом (запуском).

Длительность входных импульсов должна быть не менее времени выключения динистора, которое равно 40 мкс. Частота входных импульсов ограничена временем срабатывания реле и не должна превышать нескольких десятков герц. Входные импульсы с амплитудой не менее 11 В должны поступать со схемы, имеющей выходное сопротивление не более 250 Ом.

Второй триггер (рис. 2) несколько сложнее первого, но обеспечивает лучшие качественные показатели, в

частности, длительность входных импульсов может быть равна времени включения динистора (0,5 мкс), а выходное сопротивление схемы, формирующей импульсы запуска с амплитудой около 8 В, может достигать 10 кОм и более. Это стало возможным вследствие того, что во второй схеме каждый запускающий импульс поступает только в цепь катода закрытого динистора и

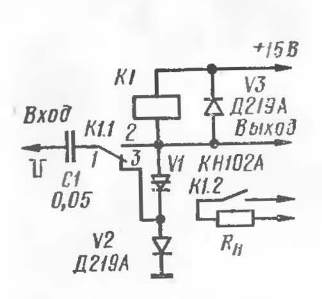



Рис. 1. Принципиальная схема первого триггера

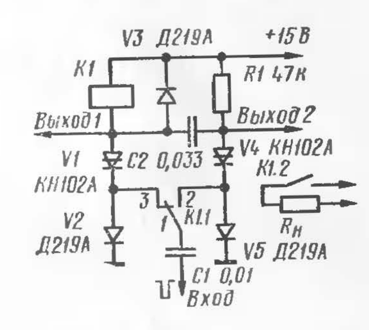


Рис. 2. Принципиальная схема второго триггера

включает его, в то время как в первой схеме нечетные импульсы включают, а четные выключают динистор. Причём для выключения открытого динистора необходим импульс гораздо большей длительности и мощности, чем для включения закрытого динистора.

В исходном состоянии динисторы *V1* и *V4* закрыты. Первый входной импульс через конденсатор *C1* и нормально замкнутые контакты реле *K1* поступает на катод динистора *V1* и открывает его. Реле *K1* срабатывает, замыкая контакты *1* и *2*. Конденсатор *C2* заряжается от источника питания через резистор *R1*, открытый динистор *V1* и диод *V2* («плюс» на правой по схеме обкладке). Второй отрицательный входной импульс поступает на катод динистора *V4* и открывает его. При этом конденсатор *C2*, разряжаясь по цепи *V4*, *V5*, *V2* и *V1*, вызывает в динисторе *V1* обратный ток, который приводит к закрыванию динистора *V1*. Реле *K1* выключается, а конденсатор С2 заряжается через обмотку реле *K1*, динистор *V4* и диод *V5* в полярности, необходимой для последующего закрывания динистора *V4* («плюс» на левой обкладке конденсатора). Диод *V3* защищает

динисторы от пробоя выбросом напряжения, возникающим при выключении реле. С приходом последующих импульсов цикл работы триггера будет повторяться, но в отличие от исходного состояния теперь в любой момент времени будет открыт один из динисторов.

В рассмотренных схемах возможно использование динисторов Д227А, Д227Б, Д228А, Д228Б с напряжением включения 16—24 В. Диоды *V2*, *V3*, *V5* могут быть заменены на любые кремниевые. Реле *K1* типа РЭС-22, паспорт РФ4.500.131. В случае использования реле других типов с большой индуктивностью обмотки для облегчения открывания динистора в условиях короткого входного импульса следует включить параллельно обмотке реле резистор сопротивлением 22 кОм.

НАШИ КОНСУЛЬТАЦИИ

Ответы на вопросы по статье А. Безрукова «Коротковолновый конвертер» («ВРЛ» № 65)

Какие исправления надо внести в схему?

а) Конденсатор *C23* электролитический. Его вывод, отмеченный знаком «плюс», должен быть подключен к общему проводу (корпус);

б) Место соединения резисторов *R19* и *R20* должно быть соединено с базой транзистора *V11*.

Какие резонаторы из наборов «Кварц-3» и «Кварц-4» и на какой диапазон можно применить в конвертере?

При выборе первой ПЧ в пределах 6,0—6,5 МГЦ можно использовать кварцевые резонаторы из наборов «Кварц-3» и «Кварц-4».

Без переделки УВЧ конвертера можно использовать резонаторы на частоты 8 МГц (*Z2*—20 м); 15 МГц (*Z3*—14 м); 22 МГц (*Z4* — 28,0—28,5 МГц); 22,5 МГц (*Z5*—28,5—29,0 МГц).

При выборе ПЧ 6,0—6,5 МГц можно использовать также резонаторы 10 МГц (диапазон 80 м) и 13,5 МГц (диапазон 40 м). В этом случае необходимо перестроить УВЧ на эти частоты. При указанных в статье данных катушек *L1* и *L2* УВЧ обеспечивает перекрытие диапазона 10—30 МГц.

Ответы на вопросы по статье Н. Дробницы «Фото-

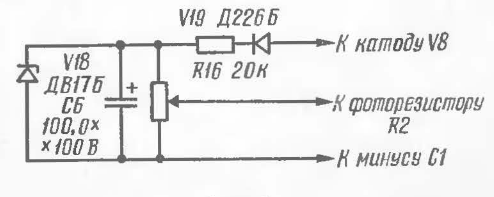


Рис. 1, *к*

экспозиметр с регулятором освещенности» «ВРЛ» № 65)

Какие изменения нужно внести в схему при применении фоторезисторов типа ФКС со средним или низким значением чувствительности?

Для повышения чувствительности экспозиметра при небольшой удельной чувствительности фоторезистора необходимо увеличить напряжение, питающее переменный резистор *R1:* дополнительно установить диод *V19*, резистор *R16*, стабилитрон *V18*, конденсатор *C6* и соединить их, как показано на рис. 1, *к*. При этом резистор *R1* должен иметь номинал 20—30 кОм.

Ответы на вопросы по статье Н. Дробницы «Переговорный автомат» («ВРЛ» № 60)

Какие уточнения нужно произвести в схемах?

Конденсатор *C14* может быть установлен в устройстве либо по принципиальной схеме, либо по монтажной, так как плюсовые выводы конденсаторов *C14* и *C16* по принципиальной схеме тоже соединены в одну электрическую точку через размыкающиеся контакты реле *P1/1*.

В принципиальной схеме отсутствует точка соединения провода, идущего от эмиттера транзистора *T8*, с проводом, соединяющим эмиттер транзистора *T9* и коллектор транзистора *T10*. Рисунок монтажной платы выполнен правильно.

Ответы на вопросы по статье В. И. Горбатого «Частотомер—шкала трансивера на микросхемах» («ВРЛ» № 61)

Можно ли путем увеличения счетных декад до шести сделать частотомер более точным?

Увеличение числа счетных декад не повысит точность измерения частотомера. Точность измерения зависит от точности установки частоты кварцевого генератора (100 кГц) и цены младшего разряда. В данном случае цена младшего разряда может быть 1 Гц. При этом точность установки 100 кГц дает в несколько раз большую ошибку. При увеличении числа декад можно индицировать одновременно шесть разрядов и не нужно будет производить несколько измерений, но это не очень существенно, так как любители производят измерений мало.

Можно ли применить лампы ИН-1 вместо ИН-12А и какое при этом должно быть сопротивление R3?

Можно применить лампы ИН-1. Резистор *R3* подбирают по току лампы (см. паспорт на лампу).

Что надо сделать в частотомере, чтобы он измерял частоту до 35 МГц и более?

Для повышения частоты измерения частотомером можно делать приставки (преобразователи частоты) или применять микросхемы серии 100. Но это практически новая разработка.

Какой блок питания следует применить для трансивера?

Блок питания к частотомеру на микросхемах можно изготовить по схеме, приведенной в сборнике «ВРЛ» № 61 на с. 14 (рис. 3). Данные силового трансформатора приведены на с. 18—19.

Ответы на вопросы по статье С. Елизарова, В. Фокина «Генератор испытательных телевизионных сигналов» («ВРЛ» № 61)

Каковы параметры микросхемы К119ГТ1 и ее возможная замена?

Основные электрические параметры микросхемы К119ГТ1 (бывшая К1ГФ192), а также ее принципиальная схема приведены в «Справочнике по полупроводниковым диодам, транзисторам и интегральным схемам» под ред. Н. Н. Горюнова, изд. 4-е,— М., Энергия, 1977, с. 590).

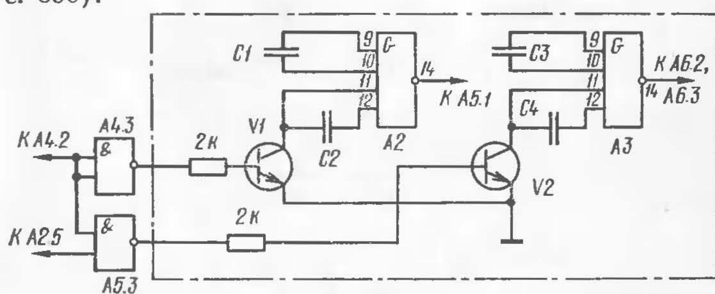


Рис. 2, *к*

Приведенные в статье новые обозначения микросхемы К1ГФ192, а именно К119ГТ1, а также на ИМС серии К133 даны в соответствии с ГОСТ 18682—73.

Возможные замены:

1. С использованием ИМС К218ГТ1 (бывшая К2ГФ181) или вообще любого автоколебательного мультивибратора замена дана на рис. 2, *к*.

2. С использованием ИМС серии К133 (конфигурации автогенераторов на логических схемах неоднократно публиковались на страницах журнала «Радио», например, 1978, № 2, 9) замена дана на рис. 3, *к*.

Конденсаторы *C1—C4* подбираются в соответствии с заданной частотой генератора.

С целью упрощения изготовления детали генератора размещены на «технологической» печатной плате, предназначенной для установки ИМС серии К133 (в корпусах 401.14—2), представляющей собой контактные площадки с отверстиями и шинами питания (все выводы *14)* и шинами *«Общ»* (все выводы *7)*. Монтаж согласно принципиальной схеме ведется с помощью проволочных перемычек диаметром 0,3 мм в изолирующей трубке с обратной стороны платы.

Расположение деталей целиком определяется кон-

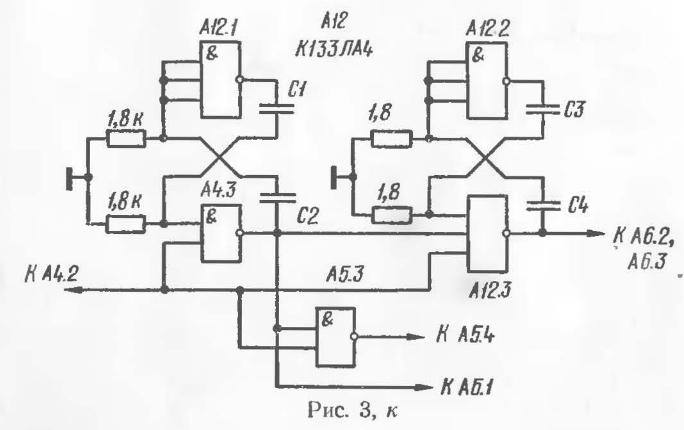


Рис. 3, *к*

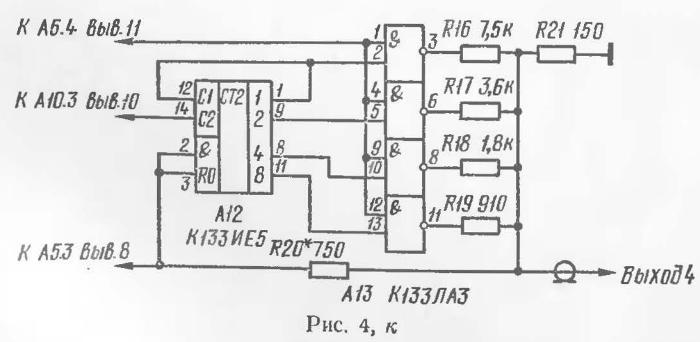


Рис. 4, *к*

структивными замыслами радиолюбителя, типом применяемых элементов, местоположением органов управления.

Следует также отметить, что в принципиальной электрической схеме генератора неверно указана точка подсоединения нижнего (по рис. 1 в тексте статьи) конца резистора *R8* — он должен быть подключен к точке соединения положительного вывода диода *Д2* АИ402Б, резистора *R12* и конденсатора *C13*.

Авторы разработали несложное добавление к схеме генератора для получения на экране налаживаемого телевизора градационного яркостного клина, приведенное на рис. 4, *к*. Резисторы *R16* — *R19* подбираются по номиналу в соотношении 8 : 4 : 2 : 1. Необходимая амплитуда яркостей градационного клина подбирается с помощью резистора *R20*.

Методика использования подобных генераторов изложена в книге М. И. Кривошеева «Основы телевизионных измерений» (М., Связь, 1964), в брошюре В. Л. Засса и С. И. Шура «Простые приборы для обнаружения неисправностей в телевизорах» (М., Связь, 1966).

Консультацию подготовил инженер А. Дьяков

СОДЕРЖАНИЕ